

Univerzita Karlova
Přírodovědecká fakulta

Studijní program: Biologie

Studijní obor: Geologie se zaměřením na vzdělávání – biologie se zaměřením na vzdělávání



Martin Jakub Lacina

Historický vývoj Země a organismů na Zemi v učebnicích pro základní a střední školy
Historical Evolution of Earth and Organisms on Earth in Textbooks for Secondary Education

Bakalářská práce

Vedoucí bakalářské práce: PhDr. Tereza Jedličková, Ph.D.

Praha, 2020

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, dne 2. 6. 2020

Marin Jakub Lacina

Poděkování

Děkuji své školitelce PhDr. Tereza Jedličková, Ph.D. za odbornou pomoc, poskytnuté rady a věnovaný čas. Dále bych chtěl poděkovat doc. RNDr. Kataríně Holcové, CSc. za užitečné informace a vstřícnost. Rovněž děkuji své rodině a nejbližším, za podporu po celou dobu mého studia.

Abstrakt

Výuka geologie na českých základních a středních školách se skládá z několika dílčích povinných tematických celků stanovených Rámcovými vzdělávacími programy. Přesto jsou některá témata ve výuce často vynechávána i přes to, že jsou v učebnicích obsažena. Jedním z takových témat je *Vývoj zemské kůry a organismů na Zemi*. V rámci bakalářské práce byla provedena rešerše dostupných učebnic pro ZŠ a SŠ se zaměřením právě na toto téma. Téma je diskutováno z hlediska vzdělávacího obsahu, konkrétně výskytu a vysvětlení klíčových pojmů, konkrétního vybraného učiva a jednotlivých geologických období. Dále byla okrajově posuzována názornost interpretace tohoto tématu, mezipředmětové vztahy a doplňkové informace, otázky a úkoly pro žáky. Na základě získaných informací byl navržen jeden výukový blok, který po didaktické stránce vychází z konstruktivistického přístupu a respektuje současné požadavky na moderní pojetí vyučování tak, aby podpořil zájem o dané téma a pomohl jej zprostředkovat žákům i učitelům atraktivnějším způsobem.

Klíčová slova

Výuka geologie, učebnice geologie, obsahová analýza, skládankové učení

Abstract

Teaching geology at lower and upper secondary school level in the Czech Republic consists of several compulsory thematic units established by the Framework Educational Programmes. Nevertheless, some topics are often not taught, despite they are included in textbooks. One of them is e.g. *The Evolution of the Earth's Crust and Organisms on Earth*. In this bachelor thesis the available textbooks are analysed according to this topic. The topic is discussed in terms of educational content, namely the occurrence and explanation of key concepts, selected subject matter and individual geological periods. Furthermore, the clarity of interpretation of this topic, cross curricular and interdisciplinary relations and additional information and questions for pupils were analysed. Based on the obtained information, one block of lessons was designed. It follows constructivist approach to learning and respects the current requirements for the modern concept of teaching. Main aim of the proposed lessons is to support the interest in chosen topic and to convey it to pupils and teachers in a more attractive way.

Key word

Teaching geology, geology textbook, content analysis, puzzle learning

Obsah

1	Úvod a stanovené cíle	4
2	Teoretická východiska	6
2.1	Výuka geologie v ČR	6
2.2	Výuka tématu Vývoj zemské kůry a organismů na Zemi	7
2.3	Učebnice jako didaktický prostředek	8
2.4	Současné trendy ve výuce	9
3	Metodika	11
3.1	Analýza učebnic	11
3.1.1	Výskyt a definice vybraných pojmů	12
3.1.2	Výskyt vybraných témat a konkrétního učiva	12
3.1.3	Geologická období a jejich vysvětlení z hlediska vybraných aspektů	13
3.1.4	Symbyoly použité ve skórovacích tabulkách a další hodnocené aspekty	13
3.2	Návrh výuky	14
4	Výsledky a hodnocení analýzy učebnic	16
4.1	Hodnocení výskytu a vysvětlení vybraných pojmů	16
4.2	Hodnocení výskytu vybraných témat a konkrétního učiva	19
4.3	Hodnocení výskytu jednotlivých geologických období	22
4.4	Souhrnné hodnocení učebnic	26
5	Návrh výuky	29
5.1	Vymezení učiva ke komplexnímu tématu rozložení kontinentů v geologické historii Země	29
5.2	Metodika pro učitele	30
5.2.1	Stručný popis výukového bloku	31
5.2.2	Struktura první vyučovací hodiny	31
5.2.3	Struktura druhé vyučovací hodiny	33
5.2.4	Výukové texty	34
6	Diskuse	35
7	Závěr	37

8	Citované zdroje	38
8.1	Literatura a internetové zdroje	38
8.2	Seznam učebnic.....	40
9	Přílohy	41
9.1	Výukové texty	41
9.2	Stratigrafická tabulka	52

Seznam tabulek:

Tabulka 1: Seznam učebnic vybraných k analýze.

Tabulka 2: Symboly použité ve skórovacích tabulkách a jejich význam pro jednotlivé tabulky.

Tabulka 3: Výskyt vybraných pojmů v komparovaných učebnicích.

Tabulka 4: Výskyt vybraných témat a učiva v komparovaných učebnicích.

Tabulka 5.1: Geologická období a jejich vysvětlení z hlediska vybraných aspektů v komparovaných učebnicích.

Tabulka 5.2: Geologická období a jejich vysvětlení z hlediska vybraných aspektů v komparovaných učebnicích.

Tabulka 6: Struktura výukového bloku.

Tabulka 7: Návrh otázek pro písemnou formu sebereflexe žáků.

Seznam zkratk:

CHMHZ	Chlupáčovo muzeum historie Země
ČR	Česká republika
G	Gymnázium
ICT	Information and Communication Technologies
RVP	Rámcový vzdělávací program
RVP G	Rámcový vzdělávací program pro gymnázium
RVP ZV	Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělání
SŠ	Střední škola
ŠVP	Školní vzdělávací program
ZŠ	Základní škola

1 Úvod a stanovené cíle

Geologie je významnou přírodní vědou, která se zabývá zkoumáním Země. Konkrétně tedy jejím složením, stavbou a procesy probíhajícími uvnitř planety i na jejím povrchu jak v současné době, tak v dávné historii. V rámci oboru geologie se vyčleňuje několik podoborů, např. petrologie, historická a stratigrafická geologie, paleontologie, mineralogie aj. (Petránek, 2016). Díky vysoké interdisciplinaritě lze geologii považovat za hraniční disciplínu mezi dalšími přírodovědnými obory, jako jsou biologie, geografie, ekologie, chemie nebo fyzika. Význam geologie byl v českém vzdělávacím systému často podceňován, ačkoliv již v minulosti byl zřejmý (Michovská, 2008). Jako jediná z výše uvedených přírodovědných oborů měla geologie vždy nestabilní postavení a v letech 1983 – 2009 se např. na českých gymnáziích vůbec nevyučovala (Jeníková, 2017). S touto situací je spojen i nepříznivý fakt, že geologie jako taková není mezi žáky příliš oblíbená, jak vyplývá např. ze studie Daňkové (2016).

S geologií se žáci v České republice nejčastěji setkávají v devátém ročníku základních škol a na gymnáziích hlavně v rámci výuky předmětů přírodopis, respektive biologie, případně zeměpis. Jako samostatný vyučovací předmět se geologie na českých školách příliš nevyučuje. V období 2008 – 2018 došlo v oblasti didaktiky geologie k útlumu, větší roztržitosti a stává se spíše soliterní oproti didaktikám biologie a environmentální výchovy (Rokos a Holec, 2019). Na obou stupních sekundárního vzdělávání je výuka geologie vymezena Rámcovými vzdělávacími programy (RVP) pro příslušný vzdělávací stupeň, jejichž plnění je pro školy závazné. I přesto jsou některá dílčí témata vynechávána, především z časových důvodů nebo pro nedostatečný zájem ze strany žáků či učitelů (Vágnerová a kol., 2018). Jedním z takových témat je podle Vágnerové (2018) vývoj zemské kůry a organismů na Zemi.

Výše uvedená skutečnost je jedním z hlavních důvodů, pro výběr tématu předkládané bakalářské práce. Dalším důvodem pro volbu tohoto tématu je provázanost dvou přírodovědných oborů, konkrétně biologie a geologie, které jsou zároveň studijním zaměřením autora. Bakalářská práce je rozdělena na dvě části, teoretickou a praktickou. Teoretická část se zabývá postavením výuky geologie a vymezením tématu *Vývoj zemské kůry a organismů na Zemi*, včetně očekávaných výstupů v Rámcových vzdělávacích programech pro základní vzdělávání i pro gymnázia. Dále se okrajově věnuje současným trendům výuky přírodních věd, respektive geologie a uvádí stručně obecnou charakteristiku učebnic jako jednoho z nejběžnějších didaktických prostředků. Praktická část obsahuje analýzu učebnic dostupných na českém trhu, které se věnují danému tématu. Téma bylo posuzováno z hlediska vzdělávacího obsahu. Konkrétně se jednalo o výskyt a vysvětlení klíčových pojmů, konkrétního vybraného učiva a jednotlivých geologických období. Dále byla u těchto učebnic okrajově hodnocena názornost interpretace daného tématu, mezipředmětové vztahy a doplňkové informace, otázky a úkoly pro

žáky. Na základě informací získaných analýzou učebnic z výše uvedených hledisek byl navržen výukový blok, který po didaktické stránce vychází z konstruktivistického přístupu a respektuje současné požadavky na moderní pojetí vyučování tak, aby byl podpořen zájem o dané téma a pomohl jej zprostředkovat žákům i učitelům atraktivnějším způsobem.

V rámci řešení bakalářské práce byly stanoveny dva na sebe navazující cíle. Prvním z nich je **analyzovat učebnice přírodopisu a geologie z hlediska tématu *Vývoj zemské kůry a organismů na Zemi***. Ze zpracování této části vyplynula náplň pro cíl navazující. Je jím **navrhnout výuku zaměřenou na konkrétní tematickou oblast, která není v učebnicích dostatečně zpracována**.

2 Teoretická východiska

V souladu se školským zákonem pro realizaci základního vzdělávání byl v roce 2005 vydán Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání (RVP ZV), jeho aktuálně platná verze pochází z roku 2017 (Jeřábek a kol., 2017). Pokud není stanoveno jinak, je RVP ZV pro 2. stupeň základního vzdělávání platný zároveň pro odpovídající ročníky šestiletých a osmiletých gymnázií. V roce 2007 byl schválen Rámcový vzdělávací program pro gymnázia (RVP G), přičemž jeho poslední dodatek byl formulován v roce 2016 (Jeřábek a kol., 2007). V úvodu RVP ZV i RVP G jsou vymezeny nejprve obecné požadavky na organizaci základního, respektive gymnaziálního vzdělávání. Dále jsou uvedeny cíle vzdělávání, tj. utvářet a postupně rozvíjet klíčové kompetence a poskytnout spolehlivý základ všeobecného vzdělání. Podle RVP příslušného vzdělávacího stupně zpracovává každá škola vlastní Školní vzdělávací program (ŠVP). Ředitelé škol odpovídají za vypracování ŠVP v souladu s RVP. Příprava ŠVP je výrazem pedagogické autonomie i odpovědnosti celé školy za způsob a výsledky vzdělávání.

Vzdělávací obsah je v RVP ZV rozdělen do devíti vzdělávacích oblastí, v RVP G je to vzdělávacích oblastí osm. Ty jsou tvořeny jedním nebo více obsahově blízkými vzdělávacími obory. Jejich vzdělávací obsah je reprezentován očekávanými výstupy a učivem. Závaznou úroveň pro formulování výstupů v učebních osnovách školního vzdělávacího programu stanovují právě očekávané výstupy. Jaké metody a formy výuky k jejich dosažení vyučující zvolí, není nikde stanoveno. Důraz je kladen na rozvoj klíčových kompetencí a posilování všeobecného vzdělávání a dovedností. Doporučuje se používat v maximální míře metody rozvíjející kritické myšlení žáků, jejich samostatnou práci, ale také schopnost komunikace, spolupráce a participace na samotné výuce.

2.1 Výuka geologie v ČR

Geologické vědy spadají v rámci sekundárního vzdělávání, tj. na 2. stupni ZŠ i na gymnáziích do vzdělávací oblasti Člověk a příroda. Vzdělávací oblast Člověk a příroda zahrnuje na 2. stupni ZŠ obory Fyzika, Chemie, Přírodopis a Zeměpis, přičemž učivo geologie, respektive neživé přírody, spadá pod obor Přírodopis (Jeřábek a kol., 2017, str. 14). V rámci RVP G je vzdělávací oblast Člověk a příroda členěna na vzdělávací obory Fyzika, Chemie, Biologie, Geografie a Geologie (Jeřábek a kol., 2007, str. 26).

Na ZŠ se hodiny geologie vyučují tradičně v 9. ročníku. Tomu také odpovídají učebnice přírodopisu pro 9. ročník obsahující učivo geologie spolu s učivem ekologie. RVP ZŠ stanovuje minimální časovou dotaci pro 4 roky ve vzdělávací oblasti Člověk a příroda na 21 hodin (Jeřábek a kol., 2017, str. 141). Seznam dostupných učebnic pro základní vzdělávání poskytuje tabulka 1.

RVP G výuku geologie příliš neomezuje a dává volnost školám při tvorbě školních vzdělávacích programů (ŠVP). Geologie je na SŠ nebo G vyučována buď jako samostatný předmět nebo je zařazena do výuky ostatních předmětů ze vzdělávací oblasti Člověk a příroda, např. geografie nebo biologie. Koubek (2008) však zastává názor, že není příliš vhodné tříštit obsah geologie mezi další přírodovědné předměty, jelikož se hůře dosahuje celistvého pochopení neživé přírody a jejich vztahů mezi živou přírodou. Minimální časová dotace za 4 roky pro vzdělávací oblast Člověk a příroda spolu se vzdělávací oblastí Člověk a společnost je 36 hodin (Jeřábek a kol., 2007, str. 83). Pro výuku geologie na gymnaziální úrovni je dostupná pouze jedna učebnice od nakladatelství Fortuna (viz tabulka 1).

Nedílnou součástí RVP jsou i průřezová témata, která mají za úkol utvořit postoje a hodnoty žáků a celkově přispět k rozvoji jejich osobnosti i na metakognitivní úrovni. Způsob výuky průřezových témat je poměrně volný. Nejčastěji se jedná o zařazení přímo do vyučovacích hodin, formou seminářů nebo projektových dnů. S oborem geologie souvisí především Sociální a osobnostní výchova (evoluce chování a komunikace, ekologické vztahy v přírodě a další postoje související s ovlivňováním prostředí), Výchova k myšlení v globálních souvislostech (upozorňuje mj. na hrozby v celosvětovém měřítku a apeluje na ochranu přírody a životního prostředí), Environmentální výchova (vztahy v přírodě, postavení člověka v přírodě, důležitost uchování podmínek potřebných pro život), případně Mediální výchova a Multikulturní výchova (Charalambidis, 2005).

2.2 Výuka tématu Vývoj zemské kůry a organismů na Zemi

Téma *Vývoj zemské kůry a organismů na Zemi* je pro žáky důležité především z hlediska pochopení vývoje polohy kontinentů. S tím je spojen mj. vývoj klimatických podmínek a rozmístění fauny a flóry na planetě Zemi. Za důležité lze považovat i pochopení práce paleontologa a základních principů určování stáří hornin a fosilních nálezů. Dále je učivo úzce spjata s tématem geologický vývoj a stavba území ČR a je důležité k jeho pochopení. Celkově geologické vědy spolu s ostatními přírodními vědami (např. biologie, fyzika, chemie aj.) přispívají u žáků k vytvoření žádoucí představy o jednotě světa a jeho hmotném základu (Pauk a kol., 1979).

V RVP ZV je toto téma řazeno do vzdělávacího obsahu neživá příroda, která spadá do oboru přírodopis (Jeřábek a kol., 2017). V RVP ZV je z tohoto tématu definován jeden očekávaný výstup, tj. *žák rozlišuje jednotlivá geologická období podle charakteristických znaků*. Konkrétní učivo vymezuje RVP ZV pro téma Vývoj zemské kůry a organismů na Zemi následovně – geologické změny, vznik života, výskyt typických organismů a jejich přizpůsobování prostředí (Jeřábek a kol., 2017, str. 75). Dále stojí za zmínku učivo v rámci tématu Geologický vývoj a stavba území ČR, jenž je blíže specifikováno jako Český masiv, Karpaty (Jeřábek a kol., 2017).

V RVP G je téma Vývoj zemské kůry a organismů na Zemi částečně obsaženo ve vzdělávacím obsahu obecné biologie, jenž patří do vzdělávacího oboru Biologie. Zde se jedná především o učivo vznik a vývoj živých soustav, evoluce. V RVP G je pro toto téma jeden definovaný očekávaný výstup „žák porovná významné hypotézy o vzniku a evoluci živých soustav na Zemi“ (Jeřábek a kol., 2007, str. 31). Z větší části je téma obsaženo ve vzdělávacím obsahu oboru Geologie, konkrétně Složení, struktura a vývoj Země (Jeřábek a kol., 2007). Přestože je učivo pro toto téma konkrétně definováno, tj. Geologická historie Země – geologická období vývoje Země; změny polohy kontinentů; evoluce bioty a prostředí, chybí k němu jakýkoliv odpovídající očekávaný výstup (Jeřábek a kol., 2007, str. 37).

2.3 Učebnice jako didaktický prostředek

Postavení a význam učebnic prochází neustálým vývojem. Na konci 80. let 20. století bylo učivo centralizováno a všechny školy využívaly téměř stejné učebnice. V průběhu 90. let 20. století se otevřel trh, což vedlo ke vzniku různých řad učebnic vydávaných různými nakladateli. Měnily se učební osnovy a vznikala nová vzdělávací koncepce, která představuje cíle vyučovacího procesu v RVP. Zatímco v 80. letech 20. století učebnice představovala stěžejní informační zdroj pro vyučování, v dnešní době se její význam liší dle toho, jak s ní učitel pracuje. Význam užití učebnic při výuce zmiňuje již Pauk (1981), který klade důraz na to, že by učebnice měly dávat řád, napomáhat vyučujícím při organizování výuky a žákům během domácí přípravy.

Učebnice by pro žáky měly být podnětné a vzbuzovat jejich zájem a touhu po vědění. Poskytují různou úroveň informací a poznatků. Pro nadané a zvědavé žáky by měly obsahovat rozšiřující a doplňující informace a náročnější úkoly. Jednou z nejdůležitějších funkcí učebnic je vést žáka k utvoření žádoucích hodnot a postojů. S přihlédnutím na geologii by se mohlo jednat například o vedení žáků k ochraně přírody a krajiny, k šetrnému nakládání s odpady a s přírodními zdroji. Dalším důležitým ukazatelem je kvalita učebnic z hlediska obsahu, zajímavosti a srozumitelnosti textu, přítomnosti otázek a problémových úloh. Klíčová je také shoda s kurikulárními dokumenty nebo smysluplnost a kvalita obrazového materiálu. Obsah se musí shodovat se vzdělávacími programy, musí být věcně správný a propojený s naším každodenním životem. Vzhledem k dynamickému vývoji geologie jako vědy, může být věcná správnost někdy problematičtější.

Ačkoliv jsou učebnice stále jedním ze základních didaktických prostředků, jejich podoba se mění. V současné době se stále více prosazují digitální výukové materiály, které si často ve formě různých prezentací vytváří sami učitelé, případně žáci (např. jako referáty). Vedle tištěných verzí učebnic poskytují mnohá nakladatelství také interaktivní elektronické verze, přičemž jejich členění respektuje klasickou strukturu, tj. část výkladová, procvičovací a testovací.

2.4 Současné trendy ve výuce

Koncepce vzdělávání pro 21. století představuje vizi tzv. znalostní, či učící se společnosti (knowledge society, learning society) v podmínkách informatizující a globalizující se společnosti. Ukazuje na nezbytný vývoj společnosti od sociální soudržnosti k demokratické účasti a od ekonomického růstu k rozvoji osobnosti (Cejpek, 2005). Mezi obecné trendy a priority patří snaha o prostupnost systému, rovnost přístupu ke vzdělávání, důraz na rozvoj klíčových kompetencí, posilování všeobecného vzdělávání a dovedností, jako jsou komunikace, spolupráce, autoevaluace, schopnost participace, práce s ICT aj. (Vlčková, 2006). Žák a učitel by měli být spolupracovníky, kteří společně hledají „pravdu“, případně učitel by měl zastávat vedoucí úlohu, ale být spíše rádcem žáků bez větší nadřazenosti, autoritativnosti a neomylnosti (např. Pauk, 1979; Papáček, 2010). Tyto požadavky se snaží splňovat tzv. *konstruktivistický přístup k výuce*. Hlavním cílem konstruktivismu je přeměna poznatků nabitých z předchozích zkušeností např. od rodiny, z médií, od kamarádů (tzv. prekoncepty) v nové, lepší a přesnější skutečnosti (Škoda a Doulík, 2011). Konstruktivistická výuka se zaměřuje zejména na porozumění učiva a snaze rozvíjet žákův talent, který je mnohdy při tzv. transmisivní výuce opomíjen (Maňák a Švec, 2003).

S odkazem na vizi vzdělávání 21. století se také velice často objevuje požadavek na *rozvoj kritického myšlení*, které mj. vychází právě z konstruktivistického přístupu učení. Tato kompetence zahrnuje soubor dovedností, postupů a návyků, díky kterým dokážeme posoudit pravdivé výroky od smyšlených. World Economic Forum v roce 2015 uvedlo kritické myšlení na čtvrtém místě jako nejdůležitější dovednost na trhu práce a v roce 2020 dokonce na místě druhém (Soukupová, 2020). Pro rozvoj kritického myšlení se nejčastěji využívá tzv. třífázový model učení, tj. evokace, uvědomění, reflexe (Maňák a Švec, 2003).

Informační a komunikační technologie (ICT) jsou v dnešní době neodmyslitelnou součástí našich životů a zasahují do téměř všech oblastí a procesů každodenního života. Zvyšováním digitální gramotnosti žáků i pedagogů patří k prioritám MŠMT (Vinter, Králíček, 2016). Ovládání ICT patří mez klíčové kompetence v základním vzdělávání (Hučínová a kol., 2007) i na gymnáziu (Hausenblas a kol., 2008). Počítačové technologie, včetně oblasti aplikací a pomůcek pro podporu vzdělávání, se vyvíjejí pozoruhodnou rychlostí. V rámci implementace ICT se dají využít různé prostředky, např. interaktivní tabule, stolní počítače, notebooky, chytré mobilní telefony, internet, e-learning (Cypriánová, 2012). Pavelková (2007) upozorňuje, že je potřeba stále si uvědomovat, že počítač je pouze jedním z materiálních didaktických prostředků, které má učitel k dispozici, a že učitel zůstává i nadále určujícím a rozhodujícím činitelem výuky. Předpoklady k efektivnímu využívání ICT ve školách jsou např. dostatečná vybavenost počítači a kvalitním softwarem, proškolení učitelé, fungující informační metodik (koordinátor) a správce sítě zodpovědný za bezproblémový chod počítačů a internetu (Vinter a Králíček, 2016).

S rozvojem reformních pedagogických koncepcí na přelomu 19. a 20. století se dostávají do středu pozornosti *aktivizující metody výuky* (Pecina a Zormanová, 2009). Tyto metody kladou důraz na angažovanou účast žáků ve výuce, neposkytují žákům pouze odborné informace, ale počítají s jejich zájmem. Dávají žákům příležitost částečně ovlivňovat cíle výuky, využívat možnosti individuálního učení nebo se naopak zapojovat do kooperativního učení a spolupráce ve skupině. A právě díky zmíněným rysům přispívají k rozvoji osobnosti se zaměřením na myšlenkovou a charakterovou samostatnost, zodpovědnost a tvořivost (Maňák a Švec, 2003). Je důležité uvědomit si, že aktivizující metody dokáží frontální výuku nahradit pouze v ojedinělých případech, častěji ji pouze doplňují. Pavelková (2007) dodává, že aktivizující metody mají významné místo v systému metod výuky, nemohou být však používány jednostranně, izolovaně nebo samoúčelně. Rovněž jejich časová realizace může být oproti klasickým metodám delší (Kotrba a Lacina, 2011).

Jednou skupinou aktivizujících metod výuky jsou tzv. *heuristické metody*. Opírají se o odhalení nových informací a hledání nových možných řešení problémů za pomoci pedagoga. Základním rysem je aktivní a samostatná činnost žáka, přičemž učitel nesděluje hotová znalostní fakta ani neklade nárok na jejich memorování. Učitel představuje pro žáky oporu, ale bez jejich samostatné aktivní myšlenkové činnosti nemůže být problém vyřešen. Heuristickou metodu lze používat s rozvahou a šetrně, nikoliv ji za každou cenu implementovat do každé hodiny a vyučovacího předmětu (Maňák a Švec 2003). Dle Čapka (2015) můžeme heuristickými výukovými metodami v zásadě nazývat všechny metody, které vedou žáky k samostatnému objevování. Termín bývá nejčastěji spojován s problémovými výukovými metodami, ale můžeme k nim počítat i metody práce s textem, brainstorming a mnohé další.

V přírodovědných předmětech slouží k utváření znalostí žáka za pomoci řešení problémů a odpovídáním na otázky kladené učitelem *badatelsky orientované vyučování* (Papáček, 2010), které vychází z heuristických a konstruktivistických principů. Badatelsky orientované vyučování se poprvé začalo rozvíjet jako vzdělávací a výchovný směr (Inquiry based education, IBE) ve Spojených státech. V současné době představuje moderní přístup vyučování a rozšiřuje se na všech českých školách. Hlavním cílem je probudit u dětí zájem o živou přírodu. Dle Králíčka (2015) správně vedené badatelsky orientované vyučování rozvíjí u žáků schopnost samostatného řešení úkolů, týmové spolupráce (práce ve skupinách), vzájemné komunikace, práce s ICT, motivuje žáky a zvyšuje jejich zájem o přírodovědné obory. Badatelsky orientovaná výuka je velmi náročná na výběr úkolů (ne každé učivo je vhodné), na přípravu a čas učitele, materiální vybavení, vlastní organizaci výuky, profesní připravenost učitele. Klade rovněž vysoké požadavky na vnitřní motivaci žáků (Vinter, Králíček 2016). V případě, že se učitel pro tuto metodu rozhodne, je třeba žáky na tento způsob výuky připravit. Je vhodné nejprve začít s aktivitami, které dílčím způsobem badatelsky orientovanou výuku pomáhají realizovat.

3 Metodika

3.1 Analýza učebnic

Předmětem výzkumu byly učebnice přírodopisu a biologie, které obsahují tematiku *Vývoj zemské kůry a organismů na Zemi*. V České republice se této problematice věnují učebnice jen v určitém ročníku, právě tyto učebnice byly analyzovány. Jednalo se o výběr dostupných a nejčastěji používaných učebnic (Pavlasová 2013).

Celkem bylo analyzováno 9 učebnic od 8 nakladatelství. Osm učebnic bylo pro nižší stupeň sekundárního vzdělávání, tj. učebnice pro ZŠ a odpovídající stupně víceletých gymnázií. Jedna učebnice byla pro vyšší sekundární stupeň vzdělávání, respektive vyšší gymnázia. Sedm nakladatelství vydávajících učebnice obsahující analyzované téma je v souladu s RVP a má doložku MŠMT. Pouze nakladatelství Taktik je v souladu s RVP a nemá doložku MŠMT. U učebnice Geologie pro gymnázia od nakladatelství Fortuna není deklarován soulad s RVP ani doložka MŠMT. Souhrnný seznam učebnic zahrnutých do analýzy je uveden v tabulce 1.

Tabulka 1: Seznam učebnic vybraných k analýze (přesné citace jsou uvedeny v kapitole 8.2 Seznam učebnic).

Název učebnice	Nakladatelství	Rok vydání	Označení pro potřeby bakalářské práce
Přírodopis 9	Fraus	2017	Fraus
Přírodopis 9	Nová škola	2017	Nová škola
Ekologický přírodopis 9	Fortuna	2018	Fortuna
Přírodopis 6 ¹	Prodos	2011	Prodos
Přírodopis 9	SPN	2016	SPN
Geologie	ČGS	2010	ČGS
Přírodopis 9	Scientia	2013	Stientia
Hravý přírodopis 9	Taktik	2019	Taktik
Geologie pro gymnázia	Fortuna	2014	Fortuna G

¹ Přírodopis 6 od nakladatelství Prodos se věnuje tématu vývoj života na Zemi. Přírodopis 9 od nakladatelství Prodos se věnuje geologii a ekologii. Přednostně byl analyzován Přírodopis 6, do Přírodopisu 9 bylo při analýze nahlédnuto.

Pro analýzu učebnic byla zvolena komparativní metoda (Průcha, 1998). Byly vytvořeny tři skórovací tabulky podle zaměření obsahu zkoumání. Základní podoba tabulek a princip skórování vychází z výzkumu Hlaváčové (2016), přičemž tabulky byly upraveny pro potřeby této bakalářské práce a s ohledem na analyzované téma, tj. *Vývoj zemské kůry a organismů na Zemi*. Vzhledem k obsahu zkoumání jsou tabulky rozděleny následovně:

- Výskyt a vysvětlení vybraných pojmů
- Výskyt vybraných témat a konkrétního učiva
- Geologická období a jejich vysvětlení z hlediska vybraných aspektů

3.1.1 Výskyt a definice vybraných pojmů

Nejprve byly vybrány pojmy, které by měly neodmyslitelně patřit k modernímu pojetí a interpretaci tématu vývoje zemské kůry a organismů na Zemi. Každý pojem byl nadefinován (viz kapitola 4.1) a analýza výskytu těchto pojmů z vytvořené definice vycházela. Bylo sledováno nejen uvedení pojmu, ale také rozsah jeho vysvětlení. Za dostatečně definovaný pojem byl pokládán ten, jehož vysvětlení korespondovalo s vytvořenou definicí. Pojmy byly rozděleny na tzv. tradiční a moderní, podle výskytu v Geologické encyklopedii od Petránka z roku 1993, respektive 2016. Za tradiční byl považován pojem, který se vyskytuje v encyklopedii z roku 1993, popřípadě z roku 1993 a 2016. Naopak moderní pojmy se nacházejí pouze v encyklopedii z roku 2016 nebo v ní nejsou uvedeny vůbec. Tradiční pojmy jsou označeny v tabulkách písmenem „T“, moderní pojmy označuje písmeno „M“.

3.1.2 Výskyt vybraných témat a konkrétního učiva

Témata a konkrétní učivo bylo vybráno v souladu s nároky RVP, s ohledem na soudobé požadavky spadající například do paleontologie či paleostratigrafie a na témata a konkrétní učivo s nimi úzce související. Ke každému z vybraných témat a konkrétnímu učivu byla nejprve vytvořena definice (viz kapitola 4.2), následná analýza z vytvořené definice vycházela. Bylo sledováno uvedení tématu a konkrétního učiva v učebnicích, tak i rozsah jeho vysvětlení. Za dostatečně definované téma, respektive konkrétní učivo bylo pokládáno takové, jehož vysvětlení korespondovalo s vytvořenou definicí. Tvorba definic k vybraným tématům a konkrétnímu učivu vycházela ze skript Všeobecné paleontologie od Pokorného z roku 1992 (Pokorný, 1992) a z Encyklopedie geologie od Petránka z roku 2016 (Petránek, 2016).

3.1.3 Geologická období a jejich vysvětlení z hlediska vybraných aspektů

V rámci tohoto okruhu zkoumání bylo sledováno, zda se učebnice věnují jednotlivým geologickým obdobím. S ohledem na zachování jednotné struktury byly stanoveny konkrétní aspekty, které byly posuzovány zvlášť pro každé geologické období (charakteristika období, fauna a flora, rozložení kontinentů, klimatický vývoj). Kromě těchto aspektů se analýza věnovala tomu, zda učebnice obsahují název kenozoikum. Nejprve byly vytvořeny definice každého geologického období s ohledem na výše uvedené aspekty (viz kapitola 4.3). Následná analýza a komparace učebnic byla provedena na základě těchto definic. Tvorba definic k jednotlivým aspektům geologických období vycházela ze skript Všeobecné paleontologie od Pokorného z roku 1992 (Pokorný, 1992) a z Encyklopedie geologie od Petránka z roku 2016 (Petránek, 2016).

3.1.4 Symboly použité ve skórovacích tabulkách a další hodnocené aspekty

Pro snazší interpretaci výsledků byly pro skórovací tabulky zavedeny symboly označující výskyt sledovaného obsahu v učebnici, případně rozsah, v jakém se mu učebnice věnují.

Tabulka 2: Symboly použité ve skórovacích tabulkách a jejich význam pro jednotlivé tabulky.

SYMBOL	Význam symbolu pro tabulku sledující:		
	Výskyt a vysvětlení vybraných pojmů	Výskyt vybraných témat a konkrétního učiva	Geologická období a jejich vysvětlení z hlediska vybraných aspektů
X	Pojem není v učebnici uveden	Učivo se v učebnici nevyskytuje	Položka není v učebnici uvedena
✓	Pojem je v učebnici uveden a je dostatečně definován	Učivo je v učebnici uvedeno a je dostatečně definováno	Položka je v učebnici uvedena a je dostatečně definována
✓!	Pojem je v učebnici uveden, ale není dostatečně definován	Učivo je v učebnici uvedeno, ale není dostatečně definováno	Položka je v učebnici uvedena, ale není dostatečně definována
✓?	Pojem je v učebnici pouze uveden, ale není nijak vysvětlen	Učivo je v učebnici pouze uvedeno, ale není nijak vysvětleno	Položka je v učebnici pouze uvedena, ale není nijak vysvětlena

Dále byla u učebnic hodnocena provázanost sledovaného tématu s jinými přírodovědnými obory (např. ekologie, chemie aj.). S ohledem na atraktivnost byl sledován i výskyt obrázků, externích odkazů, úkolů pro žáky. U uváděných úkolů bylo posuzováno, zda jsou vhodné pro dosažení vyšších kognitivních cílů na základě Bloomovy taxonomie (Bloom a kol., 1956). Výsledky uváděné v tabulkách společně s těmito sledovanými aspekty slouží jako podklad pro hodnocení, zda konkrétní učebnice zprostředkovává srozumitelně a přijatelně téma *Vývoj zemské kůry a organismů na Zemi*.

3.2 Návrh výuky

Na základě analýzy učebnic zaměřené na téma *Vývoj zemské kůry a organismů na Zemi* bylo vyhodnoceno, že se většina učebnic příliš nevěnuje rozložení kontinentů v jednotlivých geologických obdobích a s tím úzce spojenými klimatickými změnami a vymírání rostlin a živočichů (viz kapitola 4). Z tohoto důvodu byl návrh výuky zacílen právě tímto směrem. Vzhledem k rozdílným úrovním zpracování daného tématu bylo nejprve vymezeno, jaké informace by měly být v rámci výuky tohoto výukového celku obsaženy. Některé informace se samozřejmě shodují s těmi, které poskytují stávající učebnice, nicméně jsou rozšířeny o další údaje dle aktuálních trendů geologických věd (např. klimatické změny, vymírání apod.).

Návrh samotné výuky vychází z konstruktivistického přístupu (Škoda a Doulík, 2011) a struktura přípravy na hodinu vychází z třífázového modelu učení, tj. evokace, uvědomění, reflexe (Grecmanová a kol., 2000). Je kladen důraz především na skupinovou práci a rozvoj schopnosti žáků pracovat s textem odbornějšího charakteru, což zahrnuje výběr důležitých informací, jejich zpracování a následnou interpretaci (Maňák a Švec, 2003). Výuka se skládá ze dvou vyučovacích hodin a je navržena univerzálně pro nižší i vyšší stupeň sekundárního vzdělávání. První vyučovací hodina je věnována seznámení s novým tématem a zahrnuje všechny tři fáze, tj. evokace, uvědomění, reflexe. Druhá hodina je spíše opakovací a slouží k lepšímu ukotvení nově nabitých poznatků, svým způsobem by se dala označit za další reflexi, přičemž jsou uvedeny dvě její varianty – jedna je doporučena pro ZŠ, druhá pro SŠ a G.

V rámci evokace by měli být žáci motivováni k chuti se dozvědět více, než znají a vybavit si, co by o tématu již mohli vědět. K tomu byla zvolena vyučovací metoda, která je založena na myšlence, že je třeba oddělit vymyšlení nápadů od jejich kritického posuzování, tzv. brainstorming. Během evokace za použití této metody by učitel kladl otázky určené celé třídě, které se týkají pohybu a rozložení kontinentů v geologické historii Země a možných souvisejících událostech (klimatické změny, vymírání atp.).

Pro fázi uvědomění byla zvolena metoda, která je založena na spolupráci mezi žáky, tzv. skládankové učení. Cílem této metody je zpracovat určitý obsah informací, interpretovat jej a rozvinout u žáků schopnost práce ve skupině (Steele, 2007). V rámci metody skládankového učení jsou žáci rozděleni do několika stejně velkých skupin (např.: A, B, C, D), jedná se o tzv. expertní skupiny. Jejich úkolem je přečíst přidělený text, porozumět mu, prodiskutovat, shodnout se na obsahovém shrnutí. Poté je třeba vytvořit strategii, postup, kterými jednotliví experti předají své znalosti ostatním. Může se jednat o poměrně časově náročnou činnost, osvědčuje se, když učitel centrálně určí čas na práci v expertních skupinách. Vzhledem k zaměření navrhované výuky jsou texty sestavené pro expertní skupiny věnovány 1) rozložení kontinentů v jednotlivých geologických obdobích, 2) klimatickým změnám, 3) vymírání rostlin a živočichů, 4) biotě

v geologické historii Země. V další fázi, poté co expertní skupiny ukončí svoji práci, se přeskupí žáci podle určitého klíče (např. rozpočítání jednotlivých členů) a vytvoří tzv. domovské (smíšené) skupiny. V takových skupinách je vždy právě jeden žák z každé expertní skupiny. Ve stanoveném čase každý expert učí ostatní v domovské skupině tomu, co prodiskutovali a připravili v expertní skupině.

Po fázi uvědomění realizované metodou skládankového učení následuje reflexe a ověření znalostí v rámci celé třídy. Žáci mohou např. odpovídat na otázky, které kladou experti v rámci jednotlivých domovských skupin, případně může otázky centrálně pokládat učitel.

Navazující vyučovací hodina zaměřená na ukotvení získaných informací opět vychází ze skupinové práce. V rámci této aktivity má každá z domovských skupin za úkol vytvořit produkt, na kterém by se ukázala míra jejich znalostí. U žáků ZŠ by se jednalo o zakreslení hlavních událostí (např. rozpad Pangei, postupný nárůst O_2 v atmosféře atd.) do časové osy. Tuto aktivitu je možno pojmout kreativně a propojit např. s výtvarnou výchovou, případně s ICT. Žáci gymnázií, resp. SŠ by měli za úkol ve skupinách vytvořit přehlednou tabulku s hlavními událostmi. Podle možností školy lze tuto aktivitu realizovat v počítačové učebně a propojit tak výuku s ICT a mediální výchovou – tvorba tabulek dle zadaných kritérií (např. pojmout zadání jako návrh tabulky do populárně naučného časopisu atp.).

4 Výsledky a hodnocení analýzy učebnic

V rámci této kapitoly jsou uvedeny vyplněné skórovací tabulky pro jednotlivé analyzované oblasti zaměření (viz kapitola 3). Před každou tabulkou je krátký komentář vztahující se k dané tabulce, ve kterém jsou okomentovány významné výsledky z dané oblasti analýzy. Z důvodu lepší orientace v tabulkách jsou mezi každým komentářem a tabulkou uvedeny definice pojmů, vybraného učiva či aspektů geologických období, na základě kterých byly učebnice posuzovány.

4.1 Hodnocení výskytu a vysvětlení vybraných pojmů

Kompletní výsledky výskytu a vysvětlení vybraných pojmů jsou uvedeny v tabulce 3.

Pouze jeden z analyzovaných pojmů, kterým je pojem *paleontologie*, je uveden a dostatečně definován ve všech učebnicích. Pojem *zkamenělina*, respektive fosilie není dostatečně definován v učebnicích SPN, ČGS a Scientia. V definici pojmu zkamenělina chyběla nejčastěji varianta fosilie ve formě otisku. *Doby ledové a meziledové* jsou ve většině učebnic uvedeny a dostatečně definovány. Nedostatečná definice těchto dvou pojmů byla zaznamenána pouze v učebnici Prodos. V definici chyběl pojem doba meziledová i přes to, že bylo v učebnici zmíněno střídání ochlazování a oteplování podnebí. Pojem *vrásnění* byl uveden a nedostatečně definován v učebnici ČGS, jelikož v ní chybělo alpínské a kadomské vrásnění. V učebnicích Fraus a Fortuna bylo oproti stanovené definici navíc uvedeno kaledonské vrásnění. Učebnice Nová škola, Fortuna a Taktik neuváděly pojem *ostrovní oblouk*. V žádné z analyzovaných učebnic není uveden pojem *paleogeografie*, ani podobné pojmy jako např. paleoklimatologie, paleoekologie. Pojem *vymírání* je nedostatečně definován v učebnicích ČGS, Scientia a Fortuna G. Nejčastěji v definici chybělo uvedení vymírání „skupin“ organismů. S tímto pojmem také souvisí *5 velkých vymírání*, jež není uvedeno v žádné z analyzovaných učebnic. Velká vymírání sice byla v učebnicích uvedena, ale vždy nějaké chybělo. Nejčastěji se jednalo o vymírání na hranici mezi ordovikem a silurem. V učebnici SPN nebylo zmíněno žádné z velkých vymírání. Pojem *klimatické změny* nebyl uveden ani vysvětlen ve většině analyzovaných učebnic. Pouze v učebnicích Nová škola a Scientia byl tento pojem uveden, ale podle stanovené definice nebyl vysvětlen.

K analýze byly vybrány a definovány následující pojmy, moderní pojmy jsou označeny písmenem „M“:

- Paleontologie – Věda o životě v minulých geologických dobách (Pokorný a kol., 1992).
- Zkamenělina/fosilie – Zbytek odumřelého organismu nebo jeho otisk zachovaný v sedimentu/horninách (Petránek a kol., 2016).
- Doby ledové a meziledové – Doba ledová (glaciál) – chladnější období, kdy došlo k rozšíření ledovců a doba meziledová (interglaciál) – teplejší období mezi glaciály (Petránek a kol., 2016).
- Vrásnění (kadomské, variské, alpínské) – Deformace vrstev a orogeneze. Především, zda je v učebnicích zmíněno kadomské, variské a alpínské vrásnění (Petránek a kol., 2016).
- Ostrovní oblouk – Typ souostroví či rozsáhlé pásma ostrovů, které vzniklo v důsledku vulkanické aktivity při subdukci oceánské kůry pod pevninskou (Petránek a kol., 2016).
- Paleogeografie – Rekonstrukce geografických podmínek (moří a pevnin, batymetrických a orografických poměrů) v určitém období geologické minulosti (Petránek a kol., 2016).
- Vymírání (M) – Vymření/vyhynutí skupin organismů (Petránek a kol., 2016).
- 5 velkých vymírání (M) – Vymírání mezi hranicemi ordovik-silur, devon-karbon, perm-trias, trias-jura, křída-terciér (Mihulka a Voldřichová 2011).
- Klimatické změny (M) – Pravidelná změna zemského klimatu způsobená změnami atmosféry a interakcemi mezi atmosférou a různými dalšími geologickými, chemickými, biologickými a geografickými faktory v systému Země (Jackson, 2018).

Tabulka 3: Výskyt vybraných pojmů v komparovaných učebnicích. Jednotlivé pojmy jsou v minimálním požadovaném rozsahu definovány v kapitole 4.1. (X – pojem neuveden; ✓ – pojem uveden a dostatečně definován; ✓! – pojem uveden a nedostatečně definován; ✓? – pojem pouze uveden, ale nevysvětlen). Pojmy jsou rozděleny na pojmy tradiční (T) a moderní (M).

		Pojmy								
		Fraus	Nová škola	Fortuna	Prodos	SPN	ČGS	Scientia	Taktik	Fortuna G
T	Paleontologie	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
T	Zkamenělina/fosilie	✓	✓	✓	✓	✓!	✓!	✓!	✓	✓
T	Doby ledové a meziledové	✓	✓	✓	✓!	✓	✓	✓	✓	✓
T	Vrásnění (kadomské, variské, alpinské)	✓	✓	✓	X ²	✓	✓!	✓	✓	✓
T	Ostrovní oblouk	✓	X	X	✓	✓	✓	✓	X	✓
T	Paleogeografie	X	X	X	X	X	X	X	X	X
M	Vymírání	✓	✓	✓	✓	✓	✓!	✓!	✓	✓!
M	5 velkých vymírání	X	X	X	X	X	X	X	X	X
M	Klimatické změny	X	✓?	X	X ³	X	X	✓?	X	X

² V učebnici Přírodopis 9 od nakladatelství Prodos byl pojem obsažen a dostatečně definován.

³ Pojem se nacházel v Přírodopisu 9 od nakladatelství Prodos, kde ale nebyl vysvětlen.

4.2 Hodnocení výskytu vybraných témat a konkrétního učiva

Jak je patrné z tabulky 4, výskyt vybraných témat a konkrétního učiva byl konzistentnější, než v případě výskytu a vysvětlení jednotlivých pojmů. Ve většině analyzovaných učebnic je nedostatečně definováno učivo z oblasti *stratigrafických principů a chronostratigrafie*. Jedná se nejčastěji o absenci zákona superpozice, konkrétně např. v učebnicích Fraus, Nová škola. Stratigrafickou tabulku neobsahovala jediná z analyzovaných učebnic a to SPN. Učebnice od nakladatelství Prodos se stratigrafickým principům nevěnuje vůbec. Naopak téma *vznik a vývoj Země* je dostatečně zpracováno ve všech učebnicích. *Vznik a vývoj života* v nedostatečné míře uvádějí učebnice od nakladatelství Prodos a ČGS. V první ze jmenovaných je učivo jen uvedeno a není vysvětleno, respektive vznik života je popsán jako vznik organismů z neživých částí, který vznikl v prahorních oceánech. Ve druhé ze jmenovaných učebnic není učivo definováno v dostatečné míře podle stanovené definice. Učebnice Scientia řadí ke vzniku života a vývoji života navíc kapitolu zaměřenou na biologickou evoluci, symbiózu, endosymbiózu. Více jak polovina analyzovaných učebnic neuvádí *jiné názory na vznik života*. Toto téma je uvedeno pouze v učebnicích od nakladatelství Prodos, SPN, Scientia a Taktik. *Vznik zkamenělin* byl v učebnicích Prodos, SPN a Taktik interpretován pouze na základě schematického obrázku bez jakéhokoliv komentáře (v učebnici Prodos záměrně, jako úkol pro žáky). Některé z analyzovaných učebnic (Prodos, SPN) se vůbec nevěnují tématu *doklady o stáří Země*. Učebnice od nakladatelství Fraus a Nová škola u tohoto tématu neuvádí např. datování na základě poločasu rozpadu izotopů či na základě vŕdčích fosilií. *Vývoji Českého masivu* se dostatečně věnovaly všechny učebnice.

Jediná analyzovaná učebnice pro gymnázia od nakladatelství Fortuna se vůbec nevěnuje tématům *vznik a vývoj života*, včetně *jiných názorů na vznik života* a *vznik zkamenělin*.

K analýze byla vybrána a definována následující témata a vybrané učivo (definice vytvořeny podle Pokorný, 1992; Petránek, 2016):

- Stratigrafické principy a chronostratigrafie – Učebnice obsahuje stratigrafické principy (tj. zákon superpozice, zákon stejných zkamenělin), základní rozdělení geologických období (éry a perioda) a stratigrafickou tabulku.
- Vznik a vývoj Země – Formování planety od jejího vzniku po současnost (vznik Země a jejích vrstev, atmosféry, hydrosféry).
- Vznik a vývoj života – Chemická evoluce.
- Vznik zkamenělin – Proces a podmínky vzniku zkamenělin.
- Jiné názory na vznik života – Jakákoli jiná teorie či hypotéza na vznik života, náboženské názory atd.
- Doklady o stáří Země/datování – Datování na základě stejných fosilií, na základě poločasu rozpadu izotopů.
- Biologická evoluce člověka – Jakkoli rozpracovaná evoluce vedoucí ke vzniku druhu *Homo sapiens* v průběhu kenozoika.
- Vývoj českého masivu – Stručný vývoj Českého masivu od prvohor po současnost.

Tabulka 4: Výskyt vybraných témat a učiva v komparovaných učebnicích. Jednotlivé učivo je v minimálním požadovaném rozsahu definováno v kapitole 4.1 (X – učivo neuvedeno; ✓ – učivo uvedeno a dostatečně definováno; ✓! – učivo uvedeno a nedostatečně definováno; ✓? – učivo pouze uvedeno, ale nevysvětleno)

Vybrané učivo									
	Fraus	Nová škola	Fortuna	Prodos	SPN	ČGS	Scientia	Taktik	Fortuna G
Stratigrafické principy a chronostratigrafie	✓!	✓!	✓!	X	✓!	✓	✓	✓	✓
Vznik a vývoj Země	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	X	✓
Vznik a vývoj života	✓	✓	✓	✓?	✓	✓!	✓	✓	X
Vznik zkamenělin	✓	✓	✓	✓!	✓!	✓	X	✓!	X
Jiné názory na vznik života	X	X	X	✓	✓	X	✓	✓	X
Doklady o stáří Země/datování	✓!	✓!	✓	X	X	✓	✓	✓!	✓
Biologická evoluce člověka	✓!	✓	✓	✓	✓?	✓	✓	✓?	✓
Vývoj Českého masivu	✓	✓	✓	X ⁴	✓	✓	✓	✓	✓

⁴ V učebnici Přírodopis 9 od nakladatelství Prodos byl Vývoj Českého masivu obsažen a dostatečně definován.

4.3 Hodnocení výskytu jednotlivých geologických období

Jak bylo uvedeno v metodice (kapitola 3.1), pro hodnocení výskytu jednotlivých geologických období byly stanoveny konkrétní aspekty k analýze. Jsou jimi obecná charakteristika období, fauna a flora včetně významných zástupců, rozložení kontinentů a klimatický vývoj (konkrétně viz tabulky 5.1, 5.2).

Ve většině učebnic chyběla charakteristika období hadaika, popřípadě bylo toto období pojmenováno jako předgeologické období. Věnovaly se mu pouze učebnice Fraus, Fortuna a Fortuna G. V učebnici SPN a ČGS nebylo samostatně charakterizováno období prahor a starohor. U učebnice ČGS byla obecnou tendencí strohá charakteristika jednotlivých geologických období. Jedním z nedostatečně definovaných aspektů byla *charakteristika fauny a flóry* či výčet jejich typických zástupců. Nejčastějším nedostatkem byl malý počet uváděných zástupců u jednotlivých ér a to hlavně u učebnic ČGS, Prodos nebo Fortuna G.

Obečným trendem všech analyzovaných učebnic bylo to, že příliš neřešily *rozložení kontinentů*. Většinou jej pouze slovně popisovaly až od období prvohor. Tento popis byl často velice stručný a mapy byly obsaženy většinou až od permu. *Klimatickému vývoji* se věnovaly v nějaké míře všechny učebnice, u některých z nich však v různých obdobích klimatický vývoj chyběl. Učebnice používaly převážně české názvy ér (např.: prahory, třetihory). S touto skutečností koresponduje i fakt, že až na učebnice ČGS, Taktik a Fortuna G, se nikde nevyskytoval pojem kenozoikum. U Fortuny G byla jednotlivá geologická období popsána v tabulkách, které se věnovaly hlavním událostem, rostlinám a živočichům. V učebnici Fortuna nebyly jednotlivé éry (např. třetihory) rozděleny na periody (trias, jura, křída).

K analýze byly vybrány a definovány následující aspekty jednotlivých geologických období (definice vytvořeny podle Pokorný, 1992; Petránek, 2016):

- Charakteristika období – Geologické období je stručně charakterizováno (časový úsek, paleoklimatický vývoj, vznik pohoří, sopeční aktivita, dopad meteoritu apod.).
- Fauna a flóra/typičtí zástupci – U jednotlivých geologických období je výčet několika (alespoň tři) typických zástupců nebo/a popsána fauna a flóra, jenž je pro dané geologické období charakteristická. V archaiku pouze bakterie – sinice.
- Rozložení kontinentů – V učebnici jsou k jednotlivým geologickým obdobím znázorněny mapy Země se stávajícím rozložením kontinentů.
- Klimatický vývoj – Jaké bylo klima v jednotlivých geologických obdobích a jak se měnilo.
- Kenozoikum – Učebnice obsahuje toto období, které zahrnuje dvě periody – terciér (třetihory) a kvartér (čtvrtohory).

U období hadaika byla v učebnicích sledována pouze charakteristika období, jelikož se v tomto období nevyskytoval život a povrch planety se teprve utvářel. Z důvodu vytváření paleografických map od pozdního paleozoika nebylo u archaika sledováno v učebnicích rozložení kontinentů.

Tabulka 5.1: Geologická období a jejich vysvětlení z hlediska vybraných aspektů v komparovaných učebnicích. Minimální požadovaný rozsah je definován v kapitole 3.1.3. (X – neuvedeno; ✓ – uvedeno a dostatečně definováno; ✓! – uvedeno a nedostatečně definováno; ✓? – uvedeno, ale nevysvětleno)

Geologická období										
		Fraus	Nová škola	Fortuna	Prodos	SPN	ČGS	Scientia	Taktik	Fortuna G
Hadaikum	Charakteristika období	✓	✓	X	X	X	X	X	✓	✓!
Archaikum / prahory	Charakteristika období	✓	✓	✓	✓	✓!	✓!	✓	✓	✓
	Fauna a flóra/typičtí zástupci	✓	✓	✓	✓	✓	✓!	X	✓	✓
	Klimatický vývoj	✓	✓	✓	✓	X	X	X	X	✓
Proterozoikum / starohory	Charakteristika období	✓	✓	✓	✓	✓!	✓!	✓	✓	✓
	Fauna a flóra/typičtí zástupci	✓	✓	X	✓	✓	✓!	✓	✓	✓
	Rozložení kontinentů	X	X	X	X	X	X	X	✓!	X
	Klimatický vývoj	✓	✓	✓	✓	X	X	✓	X	✓
Paleozoikum / prvohory	Charakteristika období	✓	✓	✓	✓	✓	✓!	✓	✓	✓
	Fauna a flóra/typičtí zástupci	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Rozložení kontinentů	X	X	X	✓!	X	X	X	✓!	✓!
	Klimatický vývoj	✓	✓	✓	✓	✓	X	✓!	X	✓

Tabulka 5.2: Geologická období a jejich vysvětlení z hlediska vybraných aspektů v komparovaných učebnicích. Minimální požadovaný rozsah je definován v kapitole 3.1.3. (X – neuvedeno; ✓ – uvedeno a dostatečně definováno; ✓! – uvedeno a nedostatečně definováno; ✓? – uvedeno, ale nevysvětleno)

Geologická období										
		Fraus	Nová škola	Fortuna	Prodos	SPN	ČGS	Scientia	Taktik	Fortuna G
Mesozoikum / druhohory	Charakteristika období	✓	✓	✓	✓	✓	✓!	✓	✓	✓
	Fauna a flóra/typičtí zástupci	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Rozložení kontinentů	X	X	X	✓!	X	X	X	✓	✓!
	Klimatický vývoj	✓	✓	✓	X	X	X	✓!	✓!	✓
Kenozoikum		X	X	X	X	X	✓	X	✓	✓
Terciér / třetihory	Charakteristika období	✓	✓	✓	✓	✓	✓!	✓	✓	✓
	Fauna a flóra/typičtí zástupci	✓	✓	✓	✓!	✓	✓!	✓	✓	✓!
	Rozložení kontinentů	X	X	X	✓!	✓	X	X	✓	✓!
	Klimatický vývoj	✓	✓	X	✓	✓	X	✓	✓	✓
Kvartér / čtvrtohory	Charakteristika období	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Fauna a flóra/typičtí zástupci	✓	✓	✓	✓	✓	✓!	✓	✓	✓!
	Rozložení kontinentů	X	X	X	✓	X	X	✓	✓	✓!
	Klimatický vývoj	✓	✓	✓	✓	✓	✓	X	✓	✓

4.4 Souhrnné hodnocení učebnic

Tato kapitola je věnována slovnímu hodnocení učebnic na základě různých kritérií, jako např. výskyt obrázků, externích odkazů, úkolů pro žáky aj. Učebnice byly v těchto ohledech posuzovány především na základě pasáží věnovaných tématu *vývoj zemské kůry a organismů na Zemi*.

Fraus

Text učebnice je graficky rozčleněn a hojně doplněn obrázky. Učebnice obsahuje na konci každé kapitoly shrnující text, otázky a úkoly sloužící k zopakování a procvičování látky. Tyto úkoly jsou převážně z nižších kategorií v Bloomově taxonomii. Dále jsou zde obsaženy různé zajímavosti a odkazy na učivo z jiných ročníků. Tématu vývoje zemské kůry a organismů na Zemi se věnuje celkem 12 stran. Vývoji Českého masivu jsou v učebnici věnovány 4 strany a dalších 7 stran významným lokalitám jako např. Barrandien, Krušné hory, Lužický pluton aj. K učebnici je možno pořídit pracovní sešit a metodickou příručku pro učitele.

Nová škola

Text učebnice je graficky rozčleněn a hojně doplněn obrázky. Učebnice klade důraz na mezipředmětové vztahy v rámci vzdělávací oblasti Člověk a příroda, především s obory chemie nebo fyzika. Žáci si mají zopakovat např. složení dnešní atmosféry, jakým způsobem je chráněna před UV-zářením, teplotu tání a bod varu vody. Dále učebnice poskytuje různé zajímavosti a náměty na práci s internetem, mapou nebo skupinovou práci. Průběžně se vyskytují opakovací otázky určené k uvedení učiva do souvislostí. Na konci kapitol je k dispozici souhrnný text a pod ním otázky a úkoly k zopakování učiva, které jsou hlavně z nižších kategorií Bloomovy taxonomie. V dolní části stran učebnice je slovníček s klíčovými pojmy (např. zkamenělina, sinice, trilobiti) v anglickém a německém jazyce. Tématu vývoje zemské kůry a organismů na Zemi se věnuje 9 stran, kapitola o vzniku Země se nachází v učebnici zvlášť na 2 stranách. Vývoji Českého masivu jsou v učebnici věnovány 3 strany. Na konci každého celku je uvedeno souhrnné opakování. K učebnici je možnost pořízení pracovního sešitu.

Fortuna

Text učebnice je graficky rozčleněn a doplněn obrázky, grafy, schémata. Průběžně se vyskytují opakovací otázky a úkoly určené k uvedení učiva do souvislostí. Některé z těchto úkolů jsou i z vyšších kategorií v Bloomově taxonomii. Učebnice neobsahuje na konci kapitol souhrnný

text, jako většina analyzovaných učebnic. Tématu vývoje zemské kůry a organismů na Zemi se věnuje 13 stran, kapitola o vzniku Země se nachází v učebnici zvlášť na 3 stranách. Vývoji Českého masivu jsou v učebnici věnovány 4 strany. K učebnici je možnost pořízení pracovního sešitu.

Prodos

Text učebnice je graficky rozčleněn a hojně doplněn obrázky. Učebnice poskytuje různé zajímavosti, odkazy na internetové stránky, tipovací otázky a otázky či úkoly vztahující se k obrázkům v učebnici. Na konci kapitol je uveden souhrnný text a pod ním otázky a úkoly sloužící k zopakování učiva. Otázky a úkoly jsou převážně z nižších kategorií v Bloomově taxonomii. Po těchto otázkách následují otázky k zamyšlení, které jsou naopak spíše z vyšších kategorií Bloomovy taxonomie a navazují na ně následující kapitoly. Tématu vývoje zemské kůry a organismů na Zemi se věnuje 18 stran v učebnici pro 6. ročník. Vývoji Českého masivu se věnuje učebnice pro 9. ročník celkem na 8 stranách. Na konci každého celku je uvedeno souhrnné opakování. K učebnici pro 9. ročník je možnost pořízení pracovního sešitu, metodické příručky pro učitele. Učebnice pro 6. ročník obsahuje pracovní sešit na CD.

SPN

Text učebnice je graficky rozčleněn a hojně doplněn obrázky. Průběžně se v učebnici nacházejí úkoly typu „zopakujte si, vyhledejte v knize“ apod. Na konci kapitol je uveden souhrnný text a pod ním otázky a úkoly sloužící k zopakování, které jsou opět hlavně z nižších kategorií Bloomovy taxonomie. Tématu vývoje zemské kůry a organismů na Zemi se věnuje 9 stran, kapitola o vzniku Země se nachází v učebnici zvlášť na cca 1 straně. Vývoji Českého masivu je v učebnici věnováno 6 stran. K učebnici je možnost pořízení pracovního sešitu.

ČGS

Text učebnice je graficky rozčleněn a doplněn obrázky a grafy. Témata v učebnici jsou nestandardně řazena a působí to poměrně chaoticky. Například před kapitolu zaměřenou na čtvrtohory jsou vloženy kapitoly jako atmosféra, voda, neobnovitelné zdroje aj. Učebnice obsahuje otázky a úkoly k zopakování probírané látky hlavně z nižších kategorií Bloomovy taxonomie. Tématu vývoje zemské kůry a organismů na Zemi se věnuje 14 stran. Vývoji Českého masivu jsou v učebnici věnovány 2 strany.

Scientia

Text učebnice je graficky rozčleněn a doplněn obrázky. Učebnice obsahuje náměty k pozorování a ověření poznatků, např. porovnání ulity hlemýždě a prvohorního mlže. Dále obsahuje různé zajímavosti týkající se daného tématu. Otázky a úkoly sloužící k opakování a ukotvení probírané látky se nacházejí na konci učebnice, kde jsou rozděleny podle jednotlivých kapitol. Otázky a úkoly odpovídají nižším kategoriím v Bloomově taxonomii. Tématu vývoje zemské kůry a organismů na Zemi se věnuje 20 stran, kapitola o vzniku Země se nachází v učebnici zvlášť na 2 stranách. Vývoji Českého masivu jsou v učebnici věnovány 3 strany.

Taktik

Text učebnice je graficky rozčleněn a doplněn obrázky. V učebnici se nacházejí různé zajímavosti a úkoly, např. vyrobte si zkameněliny, najděte si aj. Na konci kapitol je uveden souhrnný text a pod ním otázky a úkoly sloužící k zopakování. Otázky jsou hlavně z nižších kategorií Bloomovy taxonomie. Tématu vývoje zemské kůry a organismů na Zemi se věnuje 11 stran. Vývoji Českého masivu je v učebnici věnována 1 strana. Na konci většího celku je uvedeno souhrnné opakování. K učebnici je možnost pořízení pracovního sešitu.

Fortuna G

Text učebnice je graficky rozčleněn a doplněn obrázky a grafy. Průběžně se vyskytují opakovací otázky určené k uvedení učiva do souvislostí. Tématu vývoje zemské kůry a organismů na Zemi je věnováno 14 stran, kde jsou období uvedena v tabulkách s hlavními událostmi, faunou a flórou. Pouze čtvrtohory jsou samostatně více rozepsány v podobě textu. Kapitola o vzniku Země se nachází v učebnici zvlášť na 3 stranách. Vývoji Českého masivu je v učebnici věnováno 7 stran. Na konci každého celku je uvedeno shrnutí a opakování v podobě otázek převážně z nižších kategorií Bloomovy taxonomie a úkolů typu „zjistěte na internetu, navštivte muzeum, zpracujte krátký text“ apod.

5 Návrh výuky

Na základě analýzy učebnic bylo vyhodnoceno, že se většina učebnic příliš nevěnuje **rozložení kontinentů v jednotlivých geologických obdobích** a s tím souvisejícími **klimatickými změnami a vymírání rostlin a živočichů**. Z tohoto důvodu je navržena výuka zaměřena právě na tato témata, respektive na komplexní interpretaci tohoto učiva. K lepší provázanosti a uvedení informací do souvislostí bylo navrženo ještě čtvrté téma **biota v geologické historii Země**. Výuka je určena především pro předmět přírodopis, respektive geologie.

Navržený výukový blok je popsán formou metodiky pro učitele tak, aby byla ihned aplikovatelná do praxe. Veškeré materiály potřebné pro realizaci výuky, kromě běžných pomůcek, jsou součástí bakalářské práce, jedná se především o strukturu výukového bloku, autorské výukové texty aj.

5.1 Vymezení učiva ke komplexnímu tématu rozložení kontinentů v geologické historii Země

Téma rozložení kontinentů v geologické historii Země zahrnuje i další související události globálního měřítká, jako jsou klimatické změny, vymírání významných skupin rostlin a živočichů atp. Z tohoto důvodu je nezbytné podávat informace komplexně a poukázat na tyto souvislosti.

V rámci výuky tématu rozložení kontinentů v geologické historii Země by v žádném případě neměly chybět obrázky týkající se rozložení kontinentů v jednotlivých geologických obdobích. Takové obrázky v učebnicích často chybí nebo jsou uváděny až od určitého období (nejčastěji permu), aby poukázaly na rozpad Pangey (viz kapitola 4.3). Je žádoucí žákům tyto geografické změny maximálně vizualizovat a rovněž je informovat o tom, na základě čeho tyto mapy rozložení kontinentů vznikly, tj. přiblížit jim proces geografické rekonstrukce. Společně s pohyby kontinentů by měli být žáci seznámeni např. s důsledky kontinentálních kolizí v podobě vrásnění a vzniku pohoří.

V důsledku změny rozložení kontinentů dochází ke globálním klimatickým změnám. I zde je žádoucí určitá forma vizualizace, např. prostřednictvím grafu znázorňujícím kolísání teplot v geologické historii Země. Informace o globálních teplotách lze kombinovat s dalšími údaji, které změny klimatu provází. Jsou jimi např. transgrese a regrese mořské hladiny nebo složení atmosféry, respektive kolísání koncentrace oxidu uhličitého a kyslíku. Tyto grafy většina analyzovaných učebnic neposkytuje. Rovněž zde je potřeba žáky seznámit s postupy paleoklimatologie a důkazy, které uváděné informace dokládají.

Druhá diverzita bioty a vymírání skupin organismů je též velmi spjata s rozložením kontinentů, respektive s globálními klimatickými změnami. Výuka tohoto tématu by měla žákům

poskytnout informace o výskytu hlavních zástupců fauny a flory daného geologického období, včetně významných nálezů příslušných fosilií. Toto téma je vhodné propojit např. s výukou regionální geologie ČR, kdy lze hovořit např. o podílu bioty siluru a spodního devonu na vzniku vápenců v Praze a Českém a Moravském krasu, formaci České křídové pánve díky biotě křídového moře nebo vzniku černého a hnědého uhlí z karbonské, respektive třetihorní bioty. Kromě průběžného přirozeného vymírání organismů by mělo být zmíněno 5 velkých vymírání. Toto učivo lze opět doplnit o graf, tentokrát znázorňující vymírání v geologické historii Země. Žáci by jasně viděli křivku vymírání, která nedosahuje nulových hodnot a má 5 výrazných píků představujících právě zmíněná velká vymírání. Stávající učebnice se tomuto tématu příliš nevěnují, případně neuvádí významná vymírání v plném rozsahu.

5.2 Metodika pro učitele

Tabulka 6: Struktura výukového bloku

Ročník	Kterýkoliv ročník ZŠ či G/SŠ, ve kterém je zařazeno téma <i>Geologická historie Země</i> – předpokládá se 9. ročník ZŠ a odpovídající ročníky víceletých gymnázií, ročníky SŠ/G, ve kterých je probírána geologie.
Téma výukového bloku	Rozložení kontinentů v geologické historii Klimatické změny v jednotlivých geologických obdobích Velká vymírání – vymírání rostlin a živočichů Biota v geologické historii
Očekávané výstupy dle RVP	Žák rozlišuje jednotlivá geologická období podle charakteristických znaků.
Cíle výukového bloku	Žák charakterizuje jednotlivá geologická období z hlediska rozložení kontinentů, klimatických změn a bioty. Žák uvede hlavní události v geologické historii Země (např.: rozpad kontinentu, vymírání na K/T hranici). Žák diskutuje události související se změnami rozložení kontinentů (klimatické změny, vymírání rostlin a živočichů aj.).
Klíčové kompetence	Žák si během vyučovací hodiny rozvíjí především kompetence k řešení problémů, kompetence komunikativní, a kompetence sociální a personální.
Časová dotace	2 vyučovací hodiny (2x 45 minut).
Pomůcky	Výukové texty k jednotlivým tématům, papíry, psací potřeby.
Vyučovací metoda	Skládkové učení. Skupinová práce s využitím mezipředmětových vztahů (výtvarná výchova nebo ICT a mediální výchova)

5.2.1 Stručný popis výukového bloku

Celý výukový blok, který zahrnuje dvě vyučovací hodiny, probíhá metodou kritického myšlení. V rámci první vyučovací hodiny v úvodní *evokační fázi* učitel zjišťuje formou brainstormingu primární znalosti (prekoncepty) žáků o pohybech a rozložení kontinentů v geologické historii Země a možných událostech s tím souvisejících (klimatické změny, vymírání atp.). Ve fázi *uvědomění* žáci pracují metodou skládkového učení. Třída je rozdělena nejprve na expertní skupiny, v rámci kterých pracují s výukovými texty, díky kterým mají možnost seznámit se podrobněji vždy s jedním dílčím tématem (tj. rozložení kontinentů, klimatické změny, velká vymírání a biota v geologické historii Země). Následně si žáci předávají získané poznatky v tzv. domovských skupinách, které tvoří vždy právě jeden člen z původních expertních skupin. *Reflexe* proběhne v rámci celé třídy společně metodou kladení otázek. Druhá vyučovací hodina slouží k ukotvení poznatků získaných v rámci první vyučovací hodiny. Je zde mj. prostor pro vysvětlení případných nejasností. Závěr vyučovací hodiny a celého výukového bloku je věnován hodnocení, tj. hodnocení práce žáků učitelem, sebereflexi žáků a hodnocení celého výukového bloku žáky.

Následující popisy vyučovacích hodin nezahrnují běžné organizační záležitosti, jako např. zápis absence žáků aj. Jsou zaměřeny přímo až na výuku nového tématu, z tohoto důvodu níže uváděné délky aktivit v rámci jednotlivých fází výuky nedávají v součtu 45 minut.

5.2.2 Struktura první vyučovací hodiny

Struktura hodiny vychází z třífázového modelu učení evokace – uvědomění – reflexe.

Evokace – motivace

Pro tuto fázi byla zvolena vyučovací metoda brainstorming. Učitel pokládá žákům otázky týkající se pohybu a rozložení kontinentů v geologické historii Země a možných událostech s tím souvisejících (klimatické změny, vymírání atp.), např.: „Co si vybavíte, když se řekne pohyb kontinentů v geologické historii Země?“ nebo „Co všechno mohlo být ovlivněno změnami v rozložení kontinentů?“ či „Jakou příčinu mohla mít globální vymírání organismů?“. Je vhodné mít připravený soubor takovýchto návodných otázek. Na otázky odpovídá celá třída a učitel píše stručně odpovědi na tabuli, přičemž je vhodně komentuje. Učitel sám se může také brainstormingu zúčastnit a dát tak žákům najevo, že se nemusí bát svoji odpověď jakkoliv formulovat. Této fázi by bylo věnováno 5-8 minut.

Uvědomění – osvojování nových vědomostí

V této fázi žáci pracují ve skupinách tzv. skládkovou metodou. Třída je rozdělena nejprve na čtyři expertní skupiny, ve kterých pracují s výukovými texty (viz kapitola 5.2.4 a Příloha 1).

Díky nim se podrobněji seznámí vždy s jedním dílčím tématem (tj. rozložení kontinentů, klimatické změny, velká vymírání a biota v geologické historii Země). Úkolem je přečíst daný text, porozumět mu, prodiskutovat, shodnout se na obsahovém shrnutí. Následně je potřeba vytvořit postup, jak předat nové poznatky ostatním. Poté je třeba vytvořit strategii, postup, kterými jednotliví experti předají své znalosti ostatním. Je na žácích, jakým způsobem se po přečtení či již během čtení výukových textů ve skupině dohodnou na základních myšlenkách a informacích, zda si je vypíší či pouze řeknou. Učitel by měl být v průběhu této činnosti žákům k dispozici při nejasnostech, snažit se všechny žáky v rámci skupiny zapojit a s každou skupinou shrnout hlavní myšlenky a informace plynoucí z výukových textů. Může se jednat o poměrně časově náročnou činnost, je vhodné, když učitel určí čas na práci v expertních skupinách. Doporučená časová náročnost této části fáze uvědomění je 15 minut.

Následně jsou žáci rozděleni do tzv. domovských (smíšených) skupin, které tvoří vždy právě jeden člen z původních expertních skupin. Žáci si navzájem v rámci své skupiny předávají získané poznatky a snaží se je uvést do souvislostí. K tomu mohou např. využít papír a sepsat si jednotlivé události v geologické minulosti z každého výukového textu a pokusit se je pospojovat. Učitel je opět žákům během jejich činnosti k dispozici, koriguje je, snaží se je navést ke správným závěrům. Této části by bylo věnováno dalších 15 minut.

Reflexe – shrnutí nových informací

Ve zbývajících 5-8 minutách vyučovací hodiny by mělo dojít ke shrnutí hlavních poznatků, které by si měli žáci z hodiny odnést. Jednou z možností je kladení otázek učitelem v rámci celé třídy, např.: Z jakých kontinentů se utvořila Pangea?, Kdy se Pangea rozpadla?, Z jakých důvodů se v historii Země měnilo klima?, Jaké příčiny měla jednotlivá velká vymírání?. Z důvodu časové úspory je vhodné mít otázky předem připravené. Další variantou je, že sami žáci budou mít v rámci expertních skupin připravené otázky ke shrnutí. Opět by byly kladeny v rámci celé třídy a žáci by na ně hromadně odpovídali. Zde je však potřeba počítat s větší časovou náročností, než když otázky pokládá vyučující a je vhodné, aby otázky předem znal vyučující, aby je mohl v průběhu případně doplnit.

5.2.3 Struktura druhé vyučovací hodiny

Ukotvení získaných poznatků

Během druhé vyučovací hodiny mají žáci za úkol v domovských skupinách vytvořit výstup na základě získaných znalostí z předešlé hodiny. Jsou navrženy dvě varianty podoby finálního výstupu. První z nich je tvorba časové osy se zakreslenými hlavními událostmi k danému tématu (např.: vymírání, sjednocení a rozpad kontinentů, pokles či vzestup teploty, výskyt dominantních skupin rostlin a živočichů aj.). Druhá varianta by měla podobu souhrnné tabulky, ve které by žáci přehledně uvedli klíčové události a informace o rozložení kontinentů, vymírání, klimatických změnách a biotě.

S ohledem na úsporu času je vhodné informovat žáky o průběhu této vyučovací hodiny předem. Obě výše uvedené varianty přípravy finálního výstupu nabízí totiž možnost pojmout je kreativně, což může vyžadovat určitou přípravu ze strany žáků. Zároveň má vyučující možnost pojmout tuto aktivitu mezipředmětově a propojit ji např. s výtvarnou výchovou, výukou ICT nebo průřezovým tématem mediální výchova. Časovou osu lze např. zajímavě graficky znázornit a doplnit ji o obrázky. Tabulka může být vytvořena na počítači např. na základě předem stanovených kritérií tak, aby žáci získali potřebné dovednosti ve vybraném tabulkovém editoru. Pro přesah do průřezového mediální výchovy může být zadání pojato formou tvorby výstupu do populárně naučného časopisu, kde by šlo opět o kreativitu žáků spojenou s dodržáním určitých předem daných náležitostí.

První variantu výstupu, tedy tvorbu časové osy doporučuji pro žáky druhého stupně ŽŠ. Příprava tabulky je zamýšlena spíše pro žáky SŠ a G. Toto rozvržení však není podmínkou. Volba výstupu by měla vycházet především ze znalosti kolektivu dané třídy a možnostech žáků, se kterými chce učitel výukový blok realizovat. Rovněž záleží na materiální a technické vybavenosti školy.

Hodnocení výukového bloku

Na konci výukového bloku učitel hodnotí práci žáků na základě jejich aktivity v rámci skupin a výsledného výstupu v podobě časové osy u žáků ŽŠ nebo souhrnné tabulky u žáků SŠ a G. K hodnocení dostanou prostor také samotní žáci. Měli by mít možnost vyjádřit se k tomu, jak se jim ve skupinách pracovalo, co se jim líbilo či nelíbilo, zda je výukový blok bavil atd.

Důraz by měl být kladen také na sebereflexi žáků, prostřednictvím které by měl žák sám zhodnotit přínos svojí osoby pro práci v expertní, respektive domovské skupině. Sebereflexe může být veřejná nebo si ji může žák vytvořit pouze sám pro sebe. K druhé variantě je možné použít předem připravený krátký dotazník nebo tabulku, díky které by žáci věděli, na co se při sebereflexi zaměřit. Tabulka 7 navrhuje možné otázky pro písemnou formu sebereflexe.

Tabulka 7: Návrh otázek pro písemnou formu sebereflexe žáků.

EXPERTNÍ SKUPINA	DOMOVSKÁ SKUPINA
Hledal/a jsem v textu podstatné informace?	Ověřili jsme si, že informacím z našeho textu porozuměli všichni v domovské skupině?
ANO – NE – NĚKDY Poznámka:	ANO – NE – ČÁSTEČNĚ Poznámka:
Přišli jsme v expertní skupině na účinný způsob, jak s podstatou textu seznámit spolužáky?	Bylo pro mě jednoduché předat spolužákům důležité informace z textu?
ANO – NE – ČÁSTEČNĚ Poznámka:	ANO – NE – ČÁSTEČNĚ Poznámka:
Co mohu na své práci v domovské skupině příště zlepšit?	Co mohu na své práci v domovské skupině příště zlepšit?

5.2.4 Výukové texty

Pro navrhovanou výuku byly sestaveny čtyři výukové texty, které jsou úzce navázány na téma *Rozložení kontinentů v historii Země* (viz Příloha 1). Tyto texty jsou zaměřeny konkrétně na 1) rozložení kontinentů v jednotlivých geologických obdobích, 2) klimatické změny, 3) velká vymírání rostlin a živočichů, 4) biota v geologické historii Země. Tvorba textů vycházela ze stálé expozice Chlupáčova muzea historie Země (CHMHZ), respektive z přehledů geologických období a z článku Mihulky a Voldřichové (2011) *Masová vymírání v historii Země*.

Texty k jednotlivým tématům byly koncipovány jako samostatné souvislé texty. Jsou rozděleny podle jednotlivých geologických období a doplňují je obrázky, mapy a grafy. Texty jsou graficky upraveny se záměrem motivovat žáky, témata jsou barevně odlišena. Výukové texty dostupné v Příloze 1 jsou vytvořeny tak, aby je mohl vyučující přímo vytisknout a použít ve výuce. Jako doplňkový materiál je k dispozici v Příloze 2 stratigrafická tabulka, kterou může učitel rovněž vytisknout a poskytnout žákům pro práci ve skupině.

6 Diskuse

Geologie je významnou přírodní vědou, kterou lze považovat za hraniční disciplínu mezi dalšími přírodovědnými obory, jako jsou biologie, geografie, ekologie, chemie nebo fyzika. I přesto patří geologie mezi ne příliš oblíbené vědní disciplíny (např. Michovská, 2008; Daňková, 2016). Některá dílčí témata jsou při výuce dokonce vynechávána, především z časových důvodů nebo pro nedostatečný zájem ze stran žáků či učitelů. Jedním z takových témat je *Vývoj zemské kůry a organismů na Zemi*.

Cílem bakalářské práce bylo analyzovat učebnice přírodopisu a geologie se zaměřením na téma *Vývoj zemské kůry a organismů na Zemi*. K tomuto cíli byla použita komparativní metoda. Při analýze byl sledován výskyt a rozsah vysvětlení pojmů, vybraného učiva a vybraných aspektů geologických období. Výsledky závisí ve značné míře na stanovených definicích (viz kapitola 4). Je pravděpodobné, že by jiný výzkumník při jinak stanovených definicích došel k nepatrně rozdílným výsledkům. Vzhledem k povaze nedostatků jednotlivých učebnic by však rozdíly mezi jednotlivými učebnicemi zůstaly stejné či velice podobné, jako v předkládané bakalářské práci.

Vzhledem k tomu, že školy často používají při výuce učebnice staršího data vydání a nejsou zásobeny nejnovějšími vydáními, bylo při analýze nahlédnuto i do učebnic staršího data vydání. Téma *Vývoj zemské kůry a organismů na Zemi* je v učebnicích obsaženo téměř v totožné podobě po několik let a do nových vydání nebyly příliš zaváděny nové pojmy a poznatky z daného oboru, které by reflektovaly aktuální situaci.

Učebnice Taktik, Prodos pro 9. ročník, Fortuna, Nová škola, SPN řadí za kapitoly věnované geologii učivo ekologie. Toto tematické uspořádání koresponduje se skutečností, že většina základních škol řadí ve svém školním vzdělávacím programu do stejného ročníku kromě geologie ještě jiné učivo, nejčastěji právě ekologii a environmentalistiku (viz např. Jeníková, 2017; Kálalová, 2010). Učebnice zaměřené čistě na geologii jsou pouze Scientia, ČGS a Fortuna G. Prodos pro 6. ročník se věnoval tématu Vývoj života na Zemi, obecné biologii a biologii hub.

Tato bakalářská práce neměla za cíl zjistit, která z analyzovaných učebnic je pro výuku tématu *Vývoj zemské kůry a organismů na Zemi* nejlepší, jelikož každému vyhovuje něco jiného a jednalo by se pouze o subjektivní pohled. Existují samozřejmě i jiné metody pro analýzu výuky daného tématu, jsou jimi např. zkoumání pohledu žáků či učitelů, měření obtížnosti textu, sledování vývoje tématu v učebnicích a v čase aj. Z provedené analýzy učebnic vyplývá, že každá má v interpretaci analyzovaného tématu nějaké nedostatky ve srovnání s definovanými požadavky. Učebnice bohužel neuvádí podstatné informace do souvislostí a nereflektují vývoj poznatků vztahujících se k analyzovanému tématu. Tomu odpovídá i fakt, že některé ze sledovaných pojmů (především novější pojmy, v textu označené jako moderní) nebyly v učebnicích vůbec uváděny

nebo nebyly dostatečně vysvětleny. Zásadní nedostatky byly zaznamenány v oblasti interpretace rozložení kontinentů v jednotlivých geologických obdobích. Podobně se učebnice příliš nevěnovaly klimatickému vývoji a pěti velkým vymíráním. Ačkoliv učebnice velká vymírání zmiňují, vždy nějaké z dané pětice chybí. Z tohoto důvodu byla navržena výuka zaměřená právě na tato nedostatečně zpracovaná témata.

Záměrem navrhované výuky bylo vytvořit ucelený výukový blok, který by zprostředkoval žákům poměrně zajímavé učivo a podpořit tak zájem o dané téma. Byla zvolena metoda třífázového učení vycházející z konstruktivistického přístupu učení. Výuka zahrnuje především samostatnou skupinovou práci a práci s informacemi, která by měla být atraktivnější jak pro žáky, tak pro vyučující (Maňák a Švec, 2003; Petty, 2013).

Možné problémy v rámci výuky mohou nastat v časovém omezení hodiny např. v případě pomalejší práce žáků ve skupinách. Z pozice učitele může nastat problém v nezájmu zkusit jiné výukové aktivity než je např. výklad, ať už z důvodů neznalosti či obav z jiných vyučovacích metod než monologických. Ze strany žáků může být problém v jejich aktivitě, respektive neaktivitě a ne každý žák bude chtít pracovat ve skupinách.

7 Závěr

Bakalářská práce se zabývala tématem *Vývoj zemské kůry a organismů na Zemi*. Hlavním cílem bylo analyzovat toto téma v učebnicích pro ZŠ, SŠ a G z hlediska obsahu a rozsahu. Z toho vycházel navazující cíl, navrhnout výuku, která by po didaktické stránce vycházela z konstruktivistického přístupu a respektovala současné požadavky na moderní pojetí vyučování. Teoretická část práce se zabývá stručnou charakteristikou výuky geologie a důvody, proč jsou často některá dílčí témata vynechávána. Dále bylo představeno postavení výuky geologie a bylo vymezeno téma *Vývoj zemské kůry a organismů na Zemi*, včetně očekávaných výstupů v Rámcových vzdělávacích programech pro základní vzdělávání i pro gymnázia. Praktická část zahrnovala analýzu dostupných učebnic obsahujících dané téma. Jednalo se o 9 učebnic od 8 nakladatelství (Fraus, Nová škola, Fortuna, Prodos, SPN, ČGS, Scientia, Taktik), z toho byla pouze jedna učebnice určena pro gymnázia. Analýza vycházela z komparativní metody a byl sledován výskyt a vysvětlení klíčových pojmů, konkrétní vybrané učivo a jednotlivá geologická období. Dále byla u těchto učebnic okrajově posuzována názornost interpretace tohoto tématu, mezipředmětové vztahy a doplňkové informace, otázky a úkoly pro žáky. Na základě výsledků se nedá říct, která učebnice je na tom z pohledu analyzovaných aspektů nejlépe, jelikož každá má v menší či větší míře nedostatky. Možným řešením by mohlo být navržení nového zpracování daného tématu doplněného o nové pojmy a poznatky z daného oboru, které by reflektovaly aktuální situaci. Z tohoto důvodu byla na základě získaných informací navržena výuka. Konkrétně se zabývá rozložením kontinentů, klimatickými změnami a vymíráním – tyto tematické celky byly v učebnicích vyhodnoceny jako nedostatečně zpracované. Pro výuku byla zvolena metoda skládkového učení, jejímž cílem je zpracovat určitý obsah informací, interpretovat je a spolupracovat ve skupině. Takto koncipovaná výuka má za úkol nejen seznámit žáky s novými poznatky z daného oboru, ale také rozvinout jejich dovednosti a vybrané klíčové kompetence. Navržená výuka má podobu metodiky pro učitele a veškeré doplňkové materiály, především výukové texty, byly vytvořeny v takové podobě, aby byly ihned aplikovatelné do výuky.

8 Citované zdroje

8.1 Literatura a internetové zdroje

BLOOM, B. S., ENGELHART, M. D., FURST, E. J., HILL, W. H., KRATHWOHL, D. R. 1956. *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals*. Handbook I: Cognitive domain. New York: David McKay Company.

CEJPEK, J. 2005. *Současné vývojové trendy ve vzdělávání*. Život. Prostr., 39(1), 13 – 16.

CYPRIÁNOVÁ, E. 2012. *Možnosti a meze využití ICT ve výuce*. Praha: Univerzita Karlova.

ČAPEK, R. 2008. *Odměny a tresty ve školní praxi*. Praha: Grada, ISBN 978-80-247-1718-0.

DAŇKOVÁ, S. 2016. *Didaktické hry a jejich využití ve výuce geologie na ZŠ*. České Budějovice: Jihočeská univerzita.

GRECMANOVÁ, H.; NOVOTNÝ, P.; URBANOVSKÁ, E. 2000. *Podporujeme aktivní myšlení a samostatné učení žáků*. Olomouc: Hanex. ISBN 80-8578-32-82.

HAUSENBLAS, O., KOŠTÁLOVÁ, H., MIKOVÁ, Š., PALEČKOVÁ, J., SLEJŠKOVÁ, L., STANG, J., STRAKOVÁ J., VĚŘÍŠOVÁ, I. 2008. *Klíčové kompetence na gymnáziu*. Praha: VÚP. ISBN 978-80-87000-20-5

HLAVÁČOVÁ, L. 2016. *Výuka evoluce a přírodního výběru na českých a britských školách*. Praha: Karlova Univerzita v Praze.

HUČÍNOVÁ, L., JEŘÁBEK, J., KRŘKOVÁ, S., LISNEROVÁ, R., TUPÝ, J. 2007. *Klíčové kompetence v základním vzdělávání*. Praha: VÚP. ISBN 978-80-87000-07-6.

CHARALAMBIDIS, A. 2005. *Manuál pro tvorbu školních vzdělávacích programů v základním vzdělávání*. Praha: VÚP, ISBN 808700003-x.

JACKSON, S. T., 1. 2. 2018. *Climate change*. Encyclopædia Britannica, inc. [vid. 2020-03-04]. Dostupné z: <https://www.britannica.com/science/climate-change>.

JENÍKOVÁ, K. 2017. *Možnosti výuky geologie na gymnáziích*. Praha: Univerzita Karlova.

JEŘÁBEK, J. a kol. 2017. *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání: úplné znění upraveného RVP ZV (verze platná od 1. 9. 2017)* [online]. Praha: MŠMT, [vid. 2020-02-21]. Dostupné z: <http://www.msmt.cz/file/43792/>.

JEŘÁBEK, J. a kol. 2007. *Rámcový vzdělávací program pro gymnázia* [online]. Praha: MŠMT, [vid. 2020-02-21]. Dostupné z: <http://www.nuv.cz/t/rvp-pro-gymnazia>.

KÁLALOVÁ, A. 2010. *Začlenění mineralogického učiva do školních vzdělávacích programů*. Bakalářská práce. Univerzita Karlova, Praha. 1-18.

KOTRBA, T. a LACINA L. 2011. *Aktivizační metody ve výuce: příručka moderního pedagoga*. 2., přeprac. vyd.. Brno: Barrister & Principal, ISBN 978-80-87474-34-1.

KRÁLÍČEK, I. 2015. *Moderní přístupy k výuce biologie* [online]. [vid. 2020-05-5]. Dostupné z <https://digifolio.rvp.cz/artefact/file/download.php?file=73563&view=11605>

- KOUBEK, P. 2008. *Geologie jako samostatný předmět* [online]. Praha: VÚP, [vid. 2020-03-21] Dostupné z <http://clanky.rvp.cz/clanek/c/G/2506/>.
- MAŇÁK, J., ŠVEC, V. 2003. *Výukové metody*. Brno: Paido.
- MIHULKA, S., VOLDŘICHOVÁ, M. 6. 10. 2011. *Masová vymírání v historii Země*. Vesmír: přírodovědecký časopis. Praha: Vesmír, 90, 564, 2011/10. ISSN 1214-4029. [vid. 2020-03-04]. Dostupné z: <https://vesmir.cz/cz/casopis/archiv-casopisu/2011/cislo-10/masova-vymirani-historii-zeme.html>.
- MICHOVSKÁ, L. 2008. *Výuka geologie na základních a středních školách v České republice – průzkum názorů odborné a laické veřejnosti*. Praha: Univerzita Karlova.
- PAPÁČEK, M. 2010. *Badatelsky orientované přírodovědné vyučování cesta pro biologické vzdělávání generací Y, Z a alfa?* Scientia in educatione 1(1), 33–49, ISSN 1804-7106.
- PAUK, F., BARTH, V., HABĚTÍN, V., JAROMÍLEK, J., KOČÁREK, E., KÜHN, P., MASLOWSKI, O., MIŠÍK, M., SLUŠNÍK, S., ŠÍRKOVÁ, A., ŠTVÁN, F., VALIŠ, J., VÁVRA, J., ZEMÁNEK, F. 1981. *Didaktika geologických věd*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství.
- PAVELKOVÁ, J. 2002. *Oborová didaktika biologie a geologie*. Univerzita Karlova v Praze, ISBN 80-7290-086-2.
- PAVLASOVÁ, L. 2013. *Přehled didaktiky biologie*. Praha: Univerzita Karlova v Praze.
- PECINA, P., ZORMANOVÁ, L. 2009. *Metody a formy aktivní práce žáků v teorii a praxi*. Brno: Masarykova univerzita. ISBN 978-80-210-4834-8.
- PETRÁNEK, J. a kol., 1993. *Malá encyklopedie geologie*. Praha: Česká geologická služba. ISBN 80-900351-2-4.
- PETRÁNEK, J. a kol., 2016. *Encyklopedie geologie*. Praha: Česká geologická služba. ISBN 978-80-7075-901-1.
- PETTY, G. 2013. *Moderní vyučování*. Praha: Portál, ISBN 978-80-262-0367-4.
- POKORNÝ, V. a kol. 1992. *Všeobecná paleontologie*. Praha: Karolinum. ISBN 80-7066-585-8.
- ROKOS, L., HOLEC, J. 2019. *Podkladová studie: Vzdělávání o živé a neživé přírodě přírodopis, biologie a geologie*. Praha: NÚV.
- SUKOPOVÁ, Šárka. 05. 02. 2020. *Rozvoj kritického myšlení*. Metodický portál: Články [online]. ISSN 1802-4785. [cit. 2020-05-04]. Dostupný z WWW: <https://clanky.rvp.cz/clanek/c/Z/22172/ROZVOJ-KRITICKEHO-MYSLENI.html>.
- STEELE, J. L. (2007). *Čtením a psaním ke kritickému myšlení*. Příručka V. Praha: Kritické myšlení.
- ŠKODA, J., DOULÍK, P. 2011. *Psychodidaktika*. Praha: Grada.
- VÁGNEROVÁ, P., BENEDIKTOVÁ, L., KOUT, J. 2018. *Kritická místa ve výuce přírodopisu na ZŠ*. Arnica 8, 1, 56–62. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni. ISSN 1804-8366.
- VINTER, V. a KRÁLÍČEK, I. 2016. *Začínající učitel biologie*. Vyd. 1. Olomouc: Univerzita Palackého. ISBN 978-80-244-5021-6.

VLČKOVÁ, K. 2006. Charakteristiky a vývojové trendy školství a vzdělávání v zemích EU. In GOŇCOVÁ, M. (Eds.) *Vzdělávací politika Evropské unie*. Brno: PdF MU.

8.2 Seznam učebnic

CÍLEK, V., MATĚJKA, D., MIKULÁŠ, R., ZIEGLER, V. 2013. *Přírodopis 9*. Brno: Scientia. ISBN 80-7183-204-9.

ČERNÍK, V., MARTINEC, Z., VÍTEK, J., VODOVÁ, V. 2016. *Přírodopis 9*. Praha: SPN. ISBN 978-80-7235-496-2

DANČÁK, M., SEDLÁŘOVÁ, M. 2011. *Přírodopis 6*. Olomouc: Prodos. ISBN 978-80-7230-257-4.

FAMĚRA, M., DANČÁK, M., KURAS, T. 2017. *Přírodopis 9*. Olomouc: Prodos. ISBN 978-80-7230-365-6.

CHVÁTAL, M. 2014. *Geologie pro gymnázia*. Praha: Fortuna. ISBN 978-80-7373-124-3.

JAKEŠ, P. 2010. *Geologie*. Praha: ČGS. ISBN 80-86034-30-5

KVASNIČKOVÁ, D., JENÍK, J., TONIKA, J., FRONĚK, J. 2018. *Ekologický přírodopis 9*. Praha: Fortuna. ISBN 978-80-7373-058-1.

MATYÁŠEK, J., HRUBÝ, Z. 2017. *Přírodopis 9*. Brno: Nová škola. ISBN 978-80-7289-905-0.

ŠVECOVÁ, M., MATĚJKA, D. 2017. *Přírodopis 9*. Plzeň: Fraus. ISBN 978-80-7489-348-3.

ŽÍDKOVÁ, H., KNŮROVÁ, H. 2019. *Hravý přírodopis 9*. Praha: Taktik. ISBN 978-80-7563-205-0.

9 Přílohy

9.1 Výukové texty

Příloha zahrnuje čtyři výukové texty určené pro studium v expertních skupinách. Jejich tematické zaměření vyplývá z analýzy učebnic geologie, jedná se o *Rozložení kontinentů*, *Klimatické změny*, *Velká vymírání*, *Biota*. Způsob práce s výukovými texty je popsán v metodice bakalářské práce, konkrétně v kapitole 3.2 Návrh výuky.

Obrázky použité v jednotlivých textech jsou z internetu, hypertextové odkazy na jednotlivé z nich jsou uvedeny na konci přílohy 9.1.

Rozložení kontinentů

V geologické minulosti Země nebylo rozložení kontinentů vždy stejné jako dnes. V některých obdobích bylo kontinentů několik, v jiných existoval jeden velký superkontinent. Změny v rozložení kontinentů měly výrazný vliv např. na klima či faunu a flóru. To vše lze zjistit např. z paleontologických nálezů, kdy se nachází stejná fosilie na dvou dnes rozdělených kontinentech. Z toho plyne, že musely být kontinenty v minulosti propojené. Další důkazy o rozložení kontinentů poskytuje výskyt hornin stejného stáří a složení na různých kontinentech, do sebe zapadající okraje některých kontinentů nebo aktivita středooceánského hřbetu.

Během **hadaika** vznikla Země srážkami kosmických těles. V této době byla Země žhavou koulí, kterou neustále bombardovala kosmická tělesa (obr. 1). Postupem času se žhavý materiál začal diferenciovat na jádro a plášť. Krátce po vzniku Země (před cca 4,5 miliardou let) se odehrála srážka s kosmickým tělesem o velikosti dnešního Marsu, díky které vznikl Měsíc. Po zeslabení četnosti dopadů kosmických těles zemský plášť postupně chladnul a začala se tvořit zemská kůra. V důsledku chladnutí povrchu Země docházelo ke krystalizaci magmatu a uvolňování vodní páry, oxidu uhličitého a dalších plynů do atmosféry. Její složení se od toho dnešního výrazně lišilo.

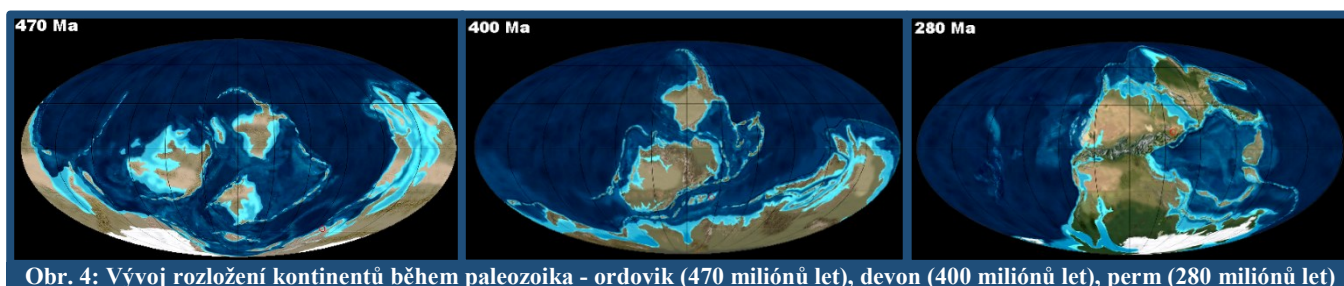


V **archaiku** se tvořily zárodky kontinentální (pevninské) kůry v místech, kde klesala kůra zpět do pláště. Tento proces se dá přirovnat ke vzniku ostrovních oblouků, tedy pásmu ostrovů vzniklých vulkanickou činností způsobenou subdukcí oceánské kůry pod pevninskou. Díky kondenzaci vodních par a následným atmosférickým srážkám vznikly první plochy vody (obr. 2), z nichž se postupem času vytvořily oceány.

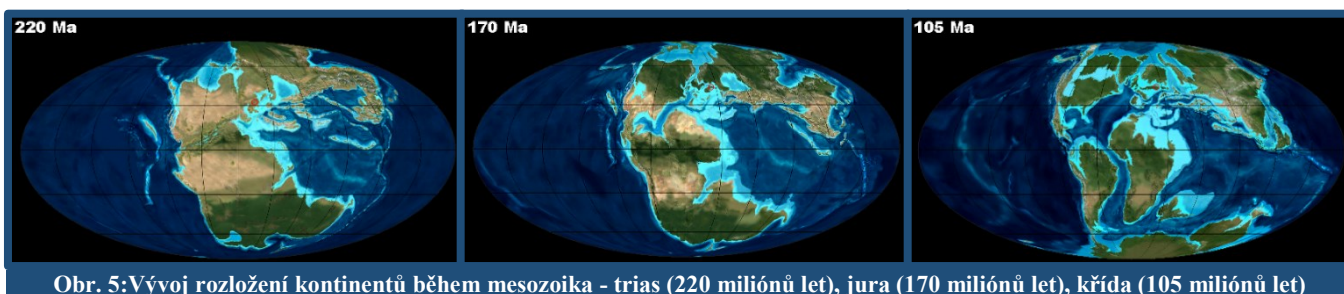
Na konci **proterozoika** jsou procesy deskové tektoniky již plně srovnatelné s dneškem. Ke konci proterozoika až do období permu (tj. poslední období paleozoika) se na Zemi nacházely 4 větší kontinenty – Gondwana, Laurentie, Baltika a Siberie (obr. 3), které pravděpodobně vznikly rozpadem tehdejšího superkontinentu Rodinie před 750 miliony let.



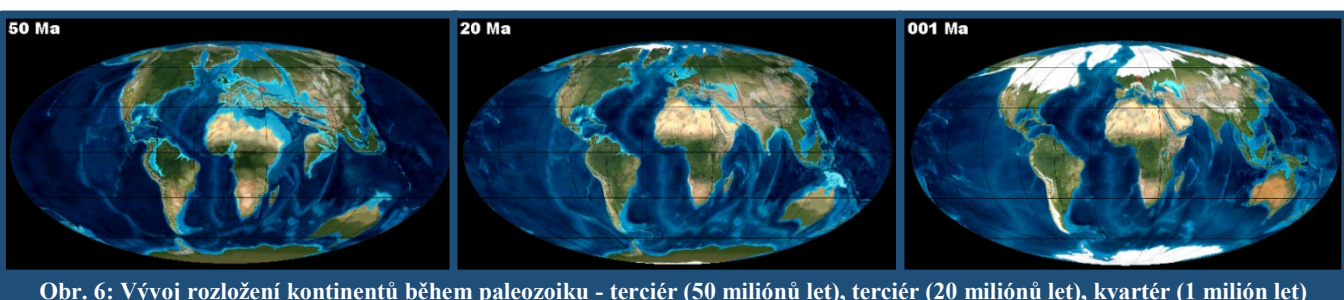
Tyto 4 kontinenty se k sobě během **paleozoika** přibližovaly směrem k rovníku (obr. 4). V devonu srážkou Laurentie a Baltiky vznikl kontinent Laurussie. Během devonu a karbonu dominoval superkontinent Gondwana převážně na jižní polokouli, nad ní kontinent Laurussie a nejseverněji Sibérie. Stále pokračovalo přibližování kontinentů, až došlo ke kolizi (srážce) Gondwany s Laurusií. Později došlo na konci permu i ke kolizi se Sibérií a vzniku megakontinentu Pangea. Celý proces kolizí doprovázelo variské vrásnění.



Během **mesozoika** je pro trias charakteristický kontinent Pangea, který se v juře díky oživení riftových zón začal rozpadat. Rozpadem docházelo k otevírání dnešního Atlantiku. Jednotlivé kontinenty se od sebe během křídý začínaly postupně vzdalovat (obr. 5). Jižní Amerika se oddělovala a vzdalovala od Afriky, Afrika od Antarktidy. Indie se oddělila od Antarktidy, Severní Amerika a Grónsko se začalo vzdalovat od Evropy. V pozdní křídě se oddělila Austrálie od Antarktidy a došlo k vytvoření cirkumantarktického proudu.

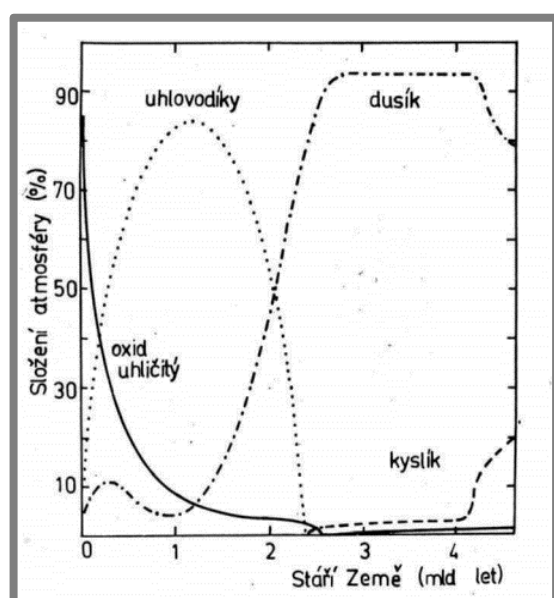


Během **terciéru** se kontinenty dostaly do dnešní podoby. Vlivem otevírání Atlantského oceánu se oddalovala Amerika od ostatních kontinentů (obr. 6). Od **kvartéru** se kontinenty nacházejí v téměř nezměněné podobě, ale procesy spojené s deskovou tektonikou neustále probíhají. V daleké budoucnosti lze předpokládat jiné rozložení kontinentů, než jaké je dnes.



Klimatické změny

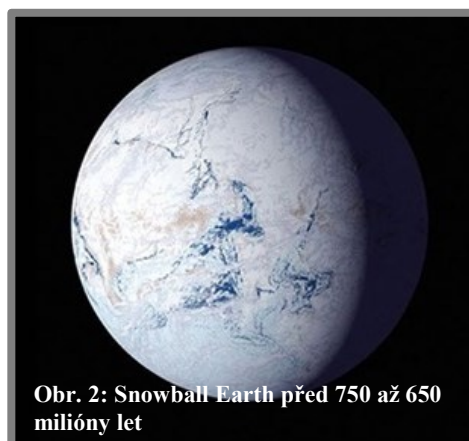
Klima se v geologické historii mnohokrát měnilo. Příčinou takových změn může být pohyb kontinentů, které se dostávaly do různých zeměpisných šířek. Další příčinou mohou být například změny mořských proudů, které s pohybem kontinentů též souvisí. Zkoumání paleoklimatu se opírá o tři geologické disciplíny – sedimentologii (např. sedimenty vzniklé činností ledovců, odpařováním vody, pokles a vzestup hladiny oceánů, atd.), paleontologii (např. výskyt fosilií z vyhraněných ekologických podmínek, jako jsou tropické rostliny, chladnomilné formy organismů atd.) a geochemii (např. podle poměru izotopů kyslíku ve vápnitých schránkách mořských organismů lze usuzovat teplotu vody, jelikož teplota má vliv na rychlost vázání lehkého a těžšího izotopu kyslíku).



Obr. 1: Vývoj výskytu hlavních plynů v atmosféře

Složení zemské atmosféry prodělalo během geologické historie četné změny (obr. 1). V **hadaiku a archaiku** tvořil nejstarší atmosféru (zhruba před 4,0 – 3,8 miliardou let) pravděpodobně vodík, hélium, amoniak, metan, vodní páry a oxid uhličitý. Jedná se o tzv. primární atmosféru. Lehké plyny jako vodík a hélium unikaly do vesmíru, jelikož Země neměla dostatečnou gravitaci a byla ovlivňována slunečním větrem. Tzv. sekundární atmosféra se začala vytvářet při chladnutí zemského povrchu odplyňováním magmatu během jeho krystalizace. Skládala se z vodní páry, oxidu uhličitého, oxidu siřičitého, oxidu uhelnatého, síry, dusíku, vodíku, amoniaku a metanu. Atmosférický kyslík byl v tomto období přítomný v nepatrném množství.

Na začátku **proterozoika** produkovaly první fotoautotrofní organismy kyslík (zhruba před 2,5 miliardami let). Dokladem jsou tzv. páskované železné rudy (střídající se vrstvy oxidů železa a oxidu křemičitého) vznikající vazbou kyslíku na rozpuštěné železo. Až poté, co se kyslík navázal na železo (zhruba před 1,8 miliardami let), mohl jeho obsah stoupnout v mořské vodě i atmosféře. Z tohoto období je zaznamenáno několik epizod kontinentálního zalednění pravděpodobně v důsledku nahromadění kontinentů na jižní polokouli. Někteří odborníci zastávají názor, že téměř celá Země byla pokryta ledem a měla podobu tzv. Snowball Earth (obr. 2). Na konci proterozoika nastalo oteplení, ledovce ustupovaly a hladina moří stoupla.

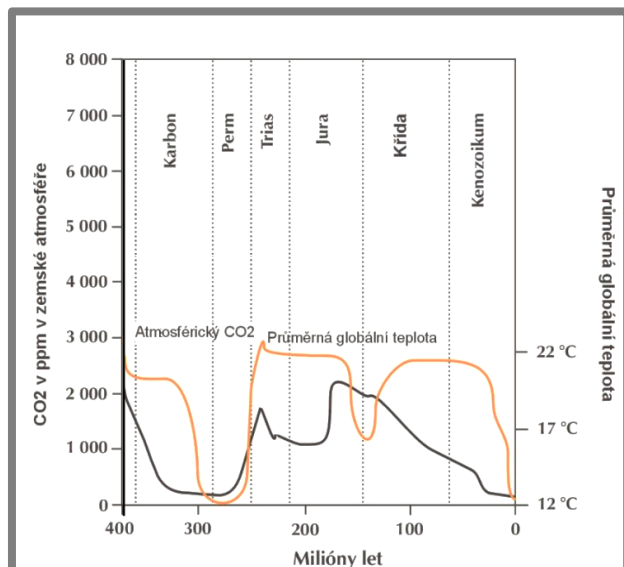


Obr. 2: Snowball Earth před 750 až 650 milióny let

V **paleozoiku** pokračovalo teplé klima během kambria i v ordoviku. Díky nepřítomnosti vegetačního pokryvu bylo aridní (tzn. podoba dnešní pouště). Koncem ordoviku nastalo ochlazování, což vedlo až ke

krátkodobému zalednění a poklesu mořské hladiny. Na konci ordoviku se opět oteplilo a toto v podstatě teplé období pokračovalo i v siluru. Díky vysokému skleníkovému efektu vymizely polární ledovce a došlo k transgresi oceánů, tj. zvýšení jejich hladiny. V této době docházelo k sedimentaci v anoxickém (bezokyslíkatém) prostředí. Jedním z vysvětlení tak plošné anoxie oceánů je možné překrytí hladiny moří sladkou vodou z tajících ledovců. Tato anoxie postupem času vymizela.

Během devonu bylo směrem do středu kontinentů (Gondwany, Sibérie, Laurussie) klima aridní, v oblastech rovníku a v jižních částech bylo velmi různorodé. V rámci devonu proběhlo několik klimatických výkyvů. Celkově lze klima devonu považovat za spíše aridní s pár humidními oblastmi. V karbonu se klima výrazně



Obr. 3: Vývoj globální teploty a obsahu oxidu uhličitého (CO₂) zemské atmosféry

měnilo (obr. 3). Nejdříve bylo teplé díky skleníkovému efektu způsobenému vysokým obsahem oxidu uhličitého v atmosféře. Ale postupně se klima ochlazovalo. Díky tomu se rozšířil kontinentální ledovec pokrývající část Gondwany a mořská hladina poklesla o 50 až 100 metrů. V nejmladším karbonu se klima zvolna oteplovalo a zároveň i vysušovalo. Tento trend pokračoval i během permu. Díky oteplování tál ledovec pokrývající území kontinentu Pangey (dříve Gondwana), který vydržel téměř 50 milionů let. Následkem toho došlo ke zvednutí mořské hladiny. Vlivem nedostatku srážek vznikly ve vnitrozemí Pangey rozsáhlé aridní oblasti.

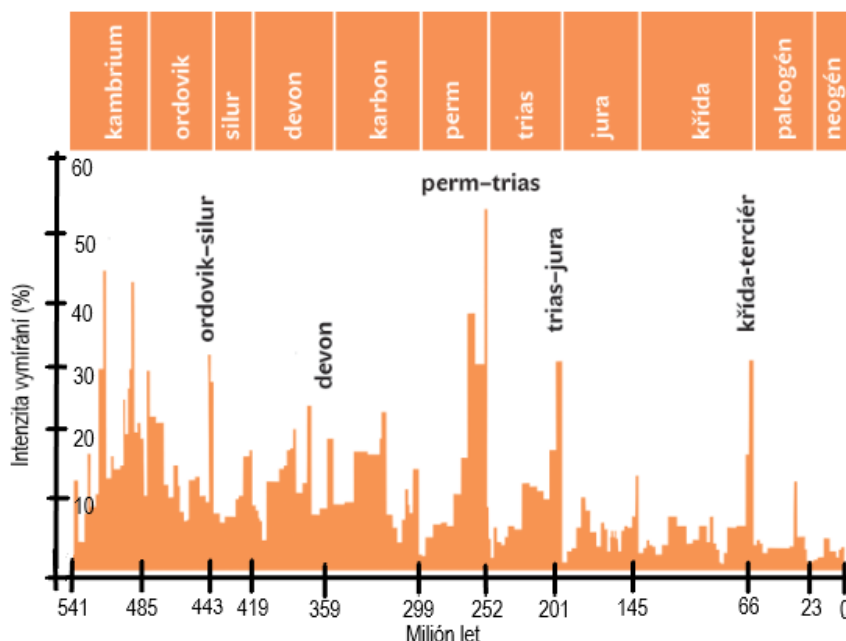
Během **mesozoika** pokračoval proces vysoušení aridních oblastí (tzv. aridizace) v rámci celého triasu a klima bylo celkově velmi teplé a suché. Na počátku triasu došlo ke snížení (transgresi) mořské hladiny, ve středním triasu výška mořské hladiny pravidelně kolísala a na konci triasu došlo opět k jejímu zvýšení (regresi). Období jury doprovázelo velmi teplé a stabilní klima, ačkoliv nastalo několik menších transgresí a regresí mořské hladiny. Toto kolísání se však obešlo bez většího dopadu na globální klima. Během křídě prodělalo globální klima řadu výkyvů díky oddalování kontinentů, změnám mořských proudů a dalších faktorů.

Na počátku **terciéru** bylo klima velmi teplé, poté docházelo k jeho ochlazování. K většímu celosvětovému ochlazení došlo v průběhu oddělení Antarktidy a Austrálie. Během něj se vytvořil cirkumantarktický mořský proud a došlo k zalednění Antarktidy. Později v terciéru došlo k sérii klimatických výkyvů, tvorbě ledovců, snížení mořské hladiny a k aridizaci klimatu. V **kvartéru** nastaly v důsledku kolísání mořské hladiny cykly glaciálů a interglaciálů, tj. dob ledových a meziledových. Klimatické změny probíhají samozřejmě i v současnosti. Dochází k oteplování, mj. díky činnosti člověka, jehož následkem je např. tání polárních ledovců.

Velká vymírání

V geologické minulosti docházelo k mnoha vymíráním menšího rozsahu. Globálních měřítek dosahovaly následky tzv. velkých vymírání. Během nich vymřela velká část druhů v relativně krátkém čase. Takto klasifikovaných vymírání bylo v geologické minulosti celkem 5 (obr. 1).

Na konci **ordoviku** (zhruba před 440–450 milióny let) nastalo vymírání, při kterém vyhynulo až 85% druhů organismů. Za příčinu se považuje zalednění, kterému nasvědčují doklady např. z Jižní Ameriky či Afriky. Je několik hypotéz, proč k zalednění došlo. Mohlo nastat díky přemnožení fytoplanktonu, který spotřeboval velké množství oxidu uhličitého. Další teorií je výbuch blízké supernovy a následné poškození



Obr. 1: Míra vymírání mořských druhů v průběhu dějin Země

ozonové vrstvy gama paprsky, které navíc umožnily tvorbu oxidu dusičitého v atmosféře a okyselení planety spolu s ochlazením. Další možnou příčinou jsou kyselé deště vzniklé sopečnou aktivitou. Obnažené horniny bohaté na křemík díky kyselým dešťům zvětrávaly a oxid uhličitý se z atmosféry vázal do uhličitanu vápenatého, vznikala oxid křemičitý a skleníkový efekt se snižoval. Následkem uzamčení vody do ledovců a poklesu mořské hladiny došlo ke změně mořských proudů a obyvatele mořského dna zaskočil vyšší obsah kyslíku. Na konci zalednění došlo k promíchání vod, konkrétně mořské vody s vodou z ledovců, což mělo za následek vymírání už tak zdevastované biosféry. Vymřeli graptoliti, zmizela velká část trilobitů, konodontů, ostnokožců a také organismů tvořících útesy.

Během **devonu** (zhruba před 360 až 375 milióny let) došlo k dalšímu velkému vymírání následkem prudkého ochlazení. Vymřelo při něm 70 % všech druhů. Možných příčin ochlazení a následného vymírání je opět několik. Jsou jimi např. dopad dvou meteorických rojů a enormní sopečná činnost, díky kterým se mohlo uvolnit do atmosféry velké množství toxických a skleníkových plynů. Další možností je rozvoj rostlin, které narušovaly povrch, přičemž z půd se vyluhovaly živiny a dostávaly se do oceánů. To umožnilo rozvoj planktonu a vytvoření bezkyslíkatého, tj. anoxického prostředí. Rostliny také pohlcovaly oxid uhličitý CO_2 , který fungoval jako skleníkový plyn a při jeho poklesu došlo k celkovému ochlazení. Při devonském vymírání vymřely například obrněné bezčelistnaté a čelistnaté ryby.

Při **permském** vymírání (zhruba před 252 milióny let) vyhynulo okolo 90 – 95 % mořských druhů a okolo 70 % druhů suchozemských. Příčina není dodnes jasná a uvažuje se o několika možnostech (obr. 2).

Jednou z nich je uvolnění oxidu uhličitého CO_2 , které by zapříčinilo výrazný skleníkový efekt a změnu klimatu. Oxid uhličitý by mohl pocházet z hlubších vrstev oceánů nebo sopečné činnosti způsobující kromě skleníkového efektu také kyselé deště, které rozpouštěly vápnité schránky organismů. Uvažuje se ale i o anoxické události (příčina není jasná), která dala možnost rozvoji anaerobních bakterií. Během jejich metabolismu vzniká toxický sirovodík, jehož nadměrné uvolnění mohlo mít za následek otrávení atmosféry. Permské vymírání nepřežily zbývající trilobity, rugózní a tabulární koráli, mnoho rostlin (hlavně velké formy) a cca 60 % čtvernožců, zejména létavé a býložravé druhy. Málo postižené vymíráním v permu byly mořské ryby.



Vymírání během **triasu** (zhruba před 201 milióny let) se liší tím, že vytváří dojem postupného vymírání. Jednalo se o souběh několika událostí, které toto vymírání zapříčinily. Aktivní sopečná činnost v centrální atlantské oblasti na konci triasu mohla způsobit ochlazení (doklady v podobě pylů chladnomilných rostlin v paleontologickém záznamu) a následný pokles hladiny oceánů. Rozpadem Pangey byly narušeny biotopy, měnila se zonálnost podnebí. Existují i o spekulace o dopadech meteoritů. Vymírání během triasu ovlivnilo suchozemské i vodní organismy. Vymřely konodonti a z téměř vyhynulých archosaurů se vyvinula linie dinosaurů, kteří žijí v podobě ptáků dodnes.

Koncem křídý a počátkem terciéru (tzv. **K/T hranice**) (zhruba před 66 milióny let), nastává poslední velké vymírání. Během něj vymřelo až 85 % druhů živočichů. Vymřela většina linií dinosaurů, kteří přežili triasové vymírání a postiženi byli i savci a ptáci. Existují dvě hlavní teorie, proč k vymírání došlo. Jednou z nich je dopad meteoritu do oblasti Yucatánu a Mexického zálivu, jež měl za následek uvolnění velkého množství prachu do atmosféry a zastínění povrchu Země (obr. 3). Dokladem zastínění jsou např. výtrusy stínomilných kapradin v paleontologickém záznamu. Nedostatkem světla trpěly a odumíraly rostliny a fytoplankton, býložravci neměli potravu a postupně se zhroutil téměř celý potravní řetězec. Ze živočichů přežili např. krokodýli, obojživelníci a hmyzožravci. Další teorie pokládá za příčinu intenzivní vulkanickou činností v Indii o rozloze 2 000 000 km^2 způsobenou tektonickými pohyby alpínského vrásnění, které daly



vzniknout tzv. Dekánské plošině. Globální změna klimatu ukazuje na rychlé a masivní výlevy láv. Ať už byl důvodem dopad meteoritů nebo vulkanická činnost, likvidační následky měly vznikající kyselé deště pro nanoplankton s vápnitými schránkami. Lépe na tom byl nanoplankton se schránkami křemičitými.

Biota

V geologické minulosti vznikaly a zanikaly různé formy života a mnoho z nich se dožilo dnešní doby. Pro každé období je charakteristická určitá fauna a flóra. Paleontologie však není jenom o rostlinách a živočiších, ale zabývá se také jinými organismy, jako jsou např. houby, bakterie, protista. U velké části organismů se můžeme na základě paleontologických nálezů pouze domnívat, jak mohly ve skutečnosti vypadat.

Vznik života není doposud objasněn. Nejstaršími doklady existence života jsou tzv. chemofosílie z **prekambria**, jedná se o pozůstatky autotrofních buněk (zhruba před 3,7 miliardou let). Zkoumat je můžeme díky odlišnému složení izotopů uhlíku. Zatímco do nich se váže přednostně lehčí izotop uhlíku C^{12} , těžší izotop uhlíku C^{13} zůstává spíše v prostředí. Kolem 3 miliard let vznikaly struktury biogenního původu, tzv. stromatolity – sedimenty vzniklé střídáním usazování drobných částic a růstem mikroskopických řas. Výskyt prvních eukaryotických buněk se odhaduje hlavně na základě dosažení buněk určité velikosti na období okolo 1,5 miliardy let. Během prekambria, v rozmezí 575-550 miliónů let, se dochovala tzv. Ediakarská fauna (obr. 1) – organismy nejistého postavení bez pevných schránek, spojované ze skupinami žahavců, červců, houbovců či měkkýšů. Díky specifickým podmínkám během fosilizace se mohly zachovat jejich měkká těla.



Obr. 2: Kambrické moře: trilobiti, ostnokožci (lilijice), archeocyāti, ramenonožci, medúzy

Během **paleozoika** vznikly téměř všechny dnes známé kmeny živočichů. Před 542 milióny lety nastala tzv. kambrická exploze života díky vzrůstajícímu obsahu kyslíku v atmosféře i v hlubších částech moří a menšímu dopadu ultrafialového záření díky ozonové vrstvě. V oceánech před 570 milióny lety žili jeho obyvatelé převážně na dně, žádné ryby zde ještě neplavaly (obr. 2). Všichni tyto živočichové se zachovali jako

skelnaté

fosilie. Díky specifickým podmínkám při fosilizaci se zachovaly i otisky měkkých těl živočichů označované jako burgesská fauna (508 miliónů let), ve které se objevují i strunatci. Flóra byla až do siluru zastoupena pouze řasami a sinicemi.

V ordoviku byl globální ekosystém stále vázán na vodní (akvatické) prostředí, souše byly holé pustiny bez vegetace a živočichů. V tomto období došlo k největšímu rozrůznění (diverzifikaci) organismů v historii Země, tzv. ordovické radiaci. Moře v období siluru obývali typicky graptoliti (obr. 3) a konodonti (obr. 4), z nichž se zachovávají pouze zoubky.



Obr. 3: Různé formy graptolitů



Obr. 4: Konodonti a jejich zoubky na špendlíkové hlavičce

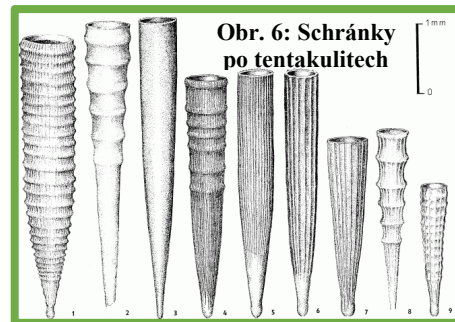
Rovněž se objevují rybovití praobratlovci, bezčelistnaté ryby (např. pancéřnatí) a později i čelistnaté ryby (např. kostnaté).

V siluru začíná invaze sladkých vod a souše. Prvními organismy na souši byly fotoautotrofní organismy – primitivní cévnaté rostliny (zprvu bez listů, kmene a kořenů). Po rostlinách následovali i bezobratlí, hlavně štíři a předchůdci stonožek.



Obr. 5: Silurské moře: trilobiti, měkkýši (hlavonožci, plži, mlži), ramenonožci, lilijice

Devon bývá označován věkem ryb. Rozvíjí se bezčelistnatí praobratlovci, čelistnaté pancéřnaté ryby, paryby, žralokům podobní trnoploutví, lalokoploutvé ryby, dvojdyšné ryby a první kostnaté ryby. Dalšími obyvateli moří byli drobní planktoničtí tentakuliti (obr. 6), amoniti, konodonti nebo lilijice. Fauna siluru a spodního devonu dala vznik vápencům např. v Českém a Moravském krasu nebo v Praze. Ve spodním a středním devonu se vytvářejí na souši v pobřežních bažinách husté lesy podobné porosty primitivních kapradinovitých rostlin a rostlin prvosemenných. Ve svrchním devonu k nim přibývají rostliny plavuňovité, přesličkovité a kapradiny. Na souš vystupují další živočichové, např. pavoukovci, další štíři, stonožky, bezkřídlý hmyz. Pravděpodobně z lalokoploutvých ryb, které se naučily dýchat atmosférický kyslík a mohly tak přelézat z jedné vysychající tůňky do druhé, se postupně vyvinuly první starobyli čtvernožci (zhruba před 385 – 375 milióny let).



Obr. 6: Schránky po tentakulitech

V karbonu pokračuje invaze živočichů do sladkých vod a na souš. Na souši dochází k rozvoji výskytu členovců, především hmyzu a pavoukoců. Ti dosahovali obřích rozměrů díky vyššímu obsahu kyslíku v atmosféře, který umožnil účinnější dýchání a metabolismus. Příkladem jsou obří vážky (rozpětí křídel 75 cm), stonožky a jim podobné arthropleury (až 2 m dlouhé). Na souši, respektive v močálech se také nacházeli krytolepci, živočichové podobní mlokům. Zhruba ve druhé třetině se začínají objevovat plazi. Díky ústupu mořské hladiny zhruba ve druhé třetině karbonu pokračuje osidlování souše i v říši rostlin. Dochází k rozvoji odlišných forem kaprad'orostů v různých sedimentárních prostředích. Nejvýraznější jsou stromovité až 30 m



Obr. 7: Karbonský prales

vysoké plavuně, přesličky a kapradiny, které tvořily karbonské pralesy (obr. 7). Hojně jsou také kordaity, nejstarší nahosemenné rostliny. Biota karbonu dala vznik karbonským pánvím a černému uhlí. Za nedokonalého přístupu vzduchu ve vlhkém a teplém podnebí docházelo k trouchnivění. Rostliny ztrácely strukturu a měnily se nejprve v rašelinu, která se následným zasypáním a stlačením měnila v černé uhlí.

Vzhledem ke klimatickým změnám v permu došlo ke snížení druhové diverzity fauny i flory. Suchému klimatu se nejlépe přizpůsobili plazi. Významní jsou především savcovití plazi, kteří měli diferenciovaný chrup (řezáky, špičáky, stoličky) a končetiny posunuté pod tělo umožňující rychlejší pohyb. V rostlinné říši ubývaly výtrusné rostliny a nahrazovaly je rostliny nahosemenné.

Během **Mesozoika** začíná pozvolná, ale stálá diverzifikace fauny a flory. Počátkem triasu začaly převažovat nahosemenné rostliny a pokračuje rozvoj jehličnanů, ginkgovitých rostlin, cykasů a benetitů. Triasové útesy tvořili houbovci, vápnité řasy, šestereční koráli, v menší míře také ramenonožci a mlži. Evoluční novinkou jsou v triasu žáby. Rozvíjí se vodní a suchozemští plazi. Celkově je trias obdobím rozvoje obratlovců. Objevují se první savci, kteří se vyvinuli z jedné linie plazů. Dále jsou to například živočichové podobní dnešním krokodýlům, želvám a také dinosauři. Ti na konci jury dosáhli největších rozměrů ve své historii. Savci byli naopak v období jury drobní noční tvorové. V mořích se objevuje stále více planktonních organismů a dochází k velkému rozvoji měkkýšů (amoniti, belemniti a např. předci chobotnic). To umožnilo evoluci kostnatých ryb, rejnoků a žralokovitých. Během křídý dochází k významným změnám. Objevují se mikroskopické rozsivky, nastupují krytosemenné rostliny, které převládají i dnes. Typická druhohorní flóra ustupuje, jehličnany se přesouvají na sever. Na rozvoj krytosemenných rostlin doplácí býložraví dinosauři, což ovlivnilo celý potravní řetězec, konce křídý se dožil pouze zlomek dinosaurů. Z jedné linie dinosaurů se vyvinuli ptáci, kteří vytěsnili létající plazy. Během křídý vznikaly všechny současně žijící skupiny savců (ptakořitní, vejcorodí, placentálové). V mořích nastává rozvoj houbovců, měkkýšů, ostnokožců a korýšů. Pomalu mizí amoniti, což možná zapříčinil také rozvoj kostnatých ryb, moderních žraloků a rejnokovitých. Schránky bioty křídového moře daly vznik České křídové pánvi, respektive Českému ráji a Česko-saskému Švýcarsku.

Během **terciéru** pokračuje rozvoj krytosemenných rostlin a moderních typů jehličnanů. Křídou skončilo období plazů a začal dominovat hmyz spolu se všemi skupinami savců. Žily zde i dvě vyhynulé skupiny savců, prašelmy a prakopytníci, ze kterých vznikly dnešní skupiny kopytníků – lichokopytníci a sudokopytníci. Savci se rozšířili také do vod (kytovci) a vzduchu (letouni). Zhruba před 23 milióny let přicházely chladnější výkyvy, které ovlivnily i biotu. Díky poklesům mořské hladiny mohli živočichové cestovat mezi kontinenty přes tzv. pevninské mosty. Došlo ke vzniku a rozvoji travnatých savan a stepí. Biota třetihor dala vznik hnědouhelným pánvím, jako jsou např. mostecká, sokolovská, chebská, žitavská pánev.

Klimatické výkyvy během **kvartéru** ovlivnily i faunu a flóru této periody. V chladných obdobích, tzv. glaciálech, převládaly v oblastech střední Evropy tundry s mechy, lišejníky a typické nízké keřovité rostliny a stromy (bříza, vrba). Jižně od polární tundry se nacházely tajgy s borovicí, břízou, smrkem a modřínem. Nejjižněji jsou pak lesy smíšené. Tato pásma se posunovala v závislosti na klimatických výkyvech. Ve vlhkém a teplém období (interglaciálech) se rozvíjela druhově bohatá lesní společenstva a před cca 2,6 milióny let začaly převažovat dnešní druhy flóry. Pro glaciály jsou typické tzv. megafauny (živočichové dosahující velkých rozměrů). Ve střední Evropě žili např. mamuti, srstnatí nosorožci, rosomáci, polární lišky, koně, sobi, pižmoni, jeskynní medvědi nebo jeskynní lvi. V interglaciálech žily druhy totožné s dnešními, např. jelen, srnec, daněk, los, bizon, tur. Ve starších interglaciálech žili například šavlozubí tygři, lesní sloni, nosorožci, hroši, různé plži, vzácné jsou nálezy opic. Během kvartéru se také vyvinul člověk až do podoby celosvětově rozšířeného moderního člověka – *Homo sapiens*.

Seznam obrázků použitých pro výukové texty

Rozložení kontinentů:

Obr. 1: <https://www.imgup.cz/image/L2v1>

Obr. 2: <http://geologie.vsb.cz/GMT/HISTGMT/textova%20cast/6.%20Prekambrium.htm>

Obr. 3: <https://www.natur.cuni.cz/geologie/chlupacovo-muzeum/expozice>

Obr. 4: <https://www.natur.cuni.cz/geologie/chlupacovo-muzeum/expozice>

Obr. 5: <https://www.natur.cuni.cz/geologie/chlupacovo-muzeum/expozice>

Obr. 6: <https://www.natur.cuni.cz/geologie/chlupacovo-muzeum/expozice>

Klimatické změny:

Obr. 1: http://147.33.74.135/knihy/uid_isbn-80-7080-571-4/pdf/041.pdf

Obr. 2: <https://astronomy.com/news/2019/04/the-story-of-snowball-earth>

Obr. 3: <https://www.treking.cz/priroda/co2-v-zemske-atmosfere.htm>

Velká vymírání:

Obr. 1: <https://vesmir.cz/cz/casopis/archiv-casopisu/2011/cislo-10/masova-vymirani-historii-zeme.html#&gid=1&pid=1>

Obr. 2: <https://prehistoric-world7.webnode.cz/news/velke-permske-vymirani-druhu-sopky-jako-jezdci-apokalypsy/>

Obr. 3: https://www.em.muni.cz/cache/multithumb_thumbs/meteorit_dinosauri-720x360-2583047091.jpg

Biota:

Obr. 1: <https://geneticliteracyproject.org/2018/10/04/is-it-time-to-rethink-evolutionary-timeline-for-earths-animals/>

Obr. 2: https://prvohory.webnode.cz/_files/200000034-73f0374e9a/Mo%C5%99e%20v%20kambriu.jpg

Obr. 3: <https://s3.amazonaws.com/gs-geo-images/6d6b3a17-3d7b-4110-a7a6-e283684d1a77.jpg>

Obr. 4:
<https://imgproxy.geocaching.com/3bb68f752104dfca1a72459e6b034ac8dabbef2b?url=http%3A%2F%2Fmir.ex.wz.cz%2Fgeocaching%2FGC5YPTR%2Fkonodont1.jpg>

Obr. 5: https://kony.wbs.cz/ordovician_sea_with_fossils.jpg

Obr. 6: <http://muzeum.geology.cz/d.pl?item=67&na=1&id=250&l=>

Obr. 7: https://www.petrmodlitba.cz/images/djmediatools/11-prvohory/karbonsky_prales_meganeura_a_gephyrostegus_olej_na_platne_50_x_70_cm_2019__oil_on_canvas_soukroma_sbirka.jpg

9.2 Stratigrafická tabulka

Stratigrafická tabulka může být k dispozici jako pomocný materiál pro žáky při studiu textů v expertních skupinách a následně v domovských skupinách při interpretaci nového učiva. Lze ji poskytnout buď každému zvlášť nebo třeba jen jednu do expertní, respektive domovské skupiny. Tabulka by měla sloužit především k lepší orientaci v chronologickém uspořádání jednotlivých geologických er a jejich period.

Tabulka byla upravena a vychází z původního zdroje: <http://www.stratigraphy.org/index.php/ics-chart-timescale>.

EON	ERA	PERIODA		MILION LET
Farenozoikum	Kenozoikum	Kvartér		2,58 – po současnost
		Terciér	Neogén	66 – 2,58
			Paleogén	
	Mesozoikum	Křída		145 – 66
		Jura		201 – 145
		Trias		252 – 201
	Paleozoikum	Perm		299 - 252
		Karbon		359 - 299
		Devon		419 - 359
		Silur		443 - 419
		Ordovik		485 - 443
		Kambrium		541 - 485

	EON	ERA	PERIODA	MILION LET
Prekambrium	Proterozoikum	Neoproterozoikum		2500 - 541
		Mesoproterozoikum		
		Paleoproterozoikum		
	Archaikum	Neoarchean		4000 - 2500
		Mesoarchean		
		Paleoarchena		
		Eoarchean		
	Hadaikum			4600 – 4000